

INGENIERITZA ZIBILEKO GRADUA

GRADU AMAIERAKO LANA

**ERAIKIN INDUSTRIAL BATEN ERAIKUNTZA
PROIEKTUA BERMEON (BIZKAIA)**

5. ERANSKINA – EGITURAREN KALKULUAK

Alumno/Alumna: Fernandez, Martinez, Ander

Director/Directora (1): Correa, Garcia, Nekane

Director/Directora (2): Garitaonandia, Areitio, Iker

2018-2019 IKASTURTUEA

2019-ko otsailaren 4-ean



Aurkibidea

1-Aurrekariak.....	7
2 -Hipotesien azalpena.....	7
3-Akzioak.....	8
3.1-Karga Aldakorrak.....	9
3.1.1- Elurra.....	9
3.1.2- Haizea.....	10
3.1.3- Erabilpen gainkarga.....	32
3.2-Akzioen konbinazioa.....	32
4 -Egituraren kalkulua.....	34
4.1 -Estalkiko petralen kalkulua.....	34
4.1.1 -Estalkiko petralen ezaugarriak.....	34
4.1.2- Hipotesietako datuak.....	35
4.2 -Itxidurako petralen kalkulua.....	52
4.2.1 -Luzetarako fatxadako petralak.....	52
4.2.1.1 -Luzetarako itxidurako petralen ezaugarriak.....	52
4.2.1.2 -Hipotesietako datuak.....	52
4.2.2 -Aurreko eta atzeko fatxadetako petralak.....	66
4.2.2.1 -Fatxadako itxidurako petralen ezaugarriak.....	66
4.2.2.2 -Hipotesietako datuak.....	66
4.3 -Portikoen kalkulua.....	80
4.3.1 -Erdiko portikoak.....	80
4.3.1.1 -Portikoen ezaugarriak.....	80
4.3.1.2 -Jazenen aurre dimentsionaketaren irizpidea.....	80

4.3.1.3-Hipotesietako datuak.....	81
4.3.2 -Erdiko portikoen dimentsionaketa (1-etik 5-era).....	102
4.3.2.1 -Hipotesietako datuak.....	102
4.3.3 -6.Portikoa.....	147
4.3.3.1 -Kanpoko portikoaren hipotesien datuak.....	147
4.3.3.2 -Barruko portikoen ezaugarriak.....	148
4.3.3.3 -Hipotesietako datuak.....	148
4.3.4 -Portiko hastialak.....	186
4.3.4.1- 1 eta 7 portikoen ezaugarriak.....	186
4.3.4.2 -1 Portiko hastialaren dimenstionaketaren irizpidea.....	186
4.3.4.3-Hipotesietako datuak.....	187
4.3.4.4 -7.Portikoaren ezaugarriak.....	288
4.3.4.5-7 portiko hastialaren dimentsionaketaren irizpidea.....	289
4.3.4.6 - Hipotesietako datuak.....	289
5 -Egituraren loturak.....	388
5.1 -Erdiko portikoak.....	389
5.1.1- Gailurreko lotura (1.lotura).....	389
5.1.2 -Jazena - zutabe lotura (2.lotura).....	394
5.1.3- Teilatuko hegaleko petralen lotura.....	399
5.2 - 6. Portikoaren barneko egitura (3.lotura).....	404
5.2.1 -Portiko eta barneko egituraren habearen arteko lotura (4.lotura)	404
5.2.2 -Barneko egituraren habe-zutabe arteko lotura (5.lotura).....	413
5.3 - 1 Portiko hastialeko loturak.....	418

5.3.1- Gailurreko lotura (6.lotura).....	418
5.3.2- Jazena-muturreko zutabe lotura (7.lotura).....	423
5.3.3- Muturreko HEB 220 eta UPN 120 teilatu hegalelo petralaren arteko lotura (8.lotura)	432
5.3.4- Erdiko portikoetako HEB 260 zutabea eta UPN 120 teilatuko hegalelo petralaren arteko lotura (9.lotura).....	438
5.3.5 -Zutabeetako “ San Andres gurutzea” (10.lotura).....	443
5.3.6- Erdiko zutabearen HEB 220 perfila eta UPN 120 arriostramendu perfilaren lotura (11.lotura).....	450
5.3.7- Jazena osatzen duen HEB 240 perfilen eta UPN 120 arriostramendu haben lotura (12.lotura).....	460
5.3.8- Jazenetako “ San Andres” gurutzea(13.lotura).....	465
5.4 -7. Portiko hastialeko loturak.....	473
5.4.1- Kanpoko egiturako loturak.....	473
5.4.1.1- Gailurreko lotura (14.lotura).....	473
5.4.1.2- Jazena- muturreko zutabe lotura (15.lotura).....	478
5.4.1.3 -Muturreko zutabea osatzen duen HEB 240 perfila eta UPN 120 teilatu hegalelo petralaren arteko lotura(16.lotura)...	488
5.4.1.4 -Erdiko portikoko zutabea osatzen dituzten HEB 260 perfila eta UPN 120 arriostramendu habearen lotura (17.lotura).....	493
5.4.1.5-Zutabeetako “ San Andres” gurutze (18.lotura).....	498
5.4.1.6-Erdiko zutabea osatzen duen HEB 220 perfila eta UPN 120 arriostramendu perfilaren lotura (19.lotura).....	506
5.4.1.7- Jazena osatzen duten HEB 240 perfilen eta UPN 120 arriostramendu haben lotura (20. lotura).....	515

5.4.1.8-Jazenetako “ San Andres” gurutzea (21.lotura).....	520
5.4.2- Barneko egiturako loturak.....	528
5.4.2.1 7- portikoko muturreko HEB 240 zutabea eta barneko HEB140 habearen arteko lotura(22.lotura).....	528
5.4.2.2-Barneko egiturako habe-zutabe arteko lotura(23.lotura)...	537
5.4.2.3-Barneko egituraren HEB 140 habearen eta kanpoko egiturako erdiko HEB 220 zutabearen arteko lotura(24.lotura).....	542
5.5-Itxidurako petralen loturak.....	547
5.5.1-Estaliko petralak.....	547
5.5.1.1-UPN 140 eta HEB 240 lotura (25.lotura).....	547
5.5.1.2-Petrala eta IPE 220 habearen lotura (26.lotura).....	550
5.5.2- Luzetarako fatxadako petralak.....	554
5.5.2.1-Petrala-zutabe lotura erdiko portikoetan (27.lotura).....	554
5.5.2.2-Petrala-zutabe lotura 1 portikoan (28.lotura)	557
5.5.2.3-Petral-zutabe lotura 7 portikoan (29.lotura).....	561
5.5.3-Zeharkako fatxadako petralak.....	564
5.5.3.1-1 portiko hastialeko erdiko zutabeko lotura (30.lotura)...	564
5.5.3.2-1 portikoko muturreko zutabeetako loturak (31.lotura)....	568
5.5.3.3-7 portiko hastialeko erdiko zutabeko lotura (32.lotura)....	570
5.5.3.4 -7 portikoko muturreko zutabeetako loturak(33.lotura)....	574
6 Ainguraketa plakak.....	576
6.1 – N2, N2’, N3, N3’, N4, N4’,N5 eta N5’ ainguraketa plakak.....	576
6.2 – N6 eta N6’ ainguraketa plakak.....	581
6.3 – N6B, N6B’ eta N6BE ainguraketa plaka.....	588
6.4 – 1 6.4 – N1E ainguraketa plaka.....	594
6.5 – N1 eta N1’ ainguraketa plakak.....	599
6.6 – N7E ainguraketa plaka.....	604

6.7 – N7 eta N7' ainguraketa plakak.....	611
6.8 – N7B eta N7B' ainguraketa plakak.....	615
6.9– Ainguraketa plaken soldadura.....	622
7 Zimentazioa.....	622
7.1 Datu orkorak.....	622
7.1.2 Kargak.....	622
7.2 Proiektu egoerak.....	623
7.2.1 Segurtasun koefiziente partzialak (γ) eta konbinazio koefiziente partzialak (Ψ).....	624
7.3 Isolatutako zapatak.....	629
7.3.1 Zapaten deskribapena.....	629
7.3.2 Zapaten konprobaketak.....	631
7.4 Lotura habeak.....	672
7.4.1 Lotura haben deskribapena.....	672
7.4.2 Lotura haben neurketa.....	672



1 Aurrekariak:

Eranskin honen helburua nabe industrialaren proiektua egiteko beharrezkoak izan diren kalkulu azaltzea da. Egituraren kalkuluak eskuz eta ordenagailuaren bidez egin dira CESPLA (Cálculo de Estructuras Planas) eta CypeCAD programak erabili.

CESPLA programa estatikako kalkuluak egiteko erabili da, batez ere, egitura hiperestatikoa delako eta honen kalkuluak eskuz egiteko sortu ditzakeen konplexutasunak arintzeko. Beste alde batetik zimentazioaren kalkuluak egiteko CypeCAD programa erabili da.

Egitura ur bitara bananduko den 7 portikoz osatuko da, eta portiko hauek 5 metroko banaketa izango dute haien artean. Eraikinak 30 metroko luzera, 13 metroko zabalera eta 10 metroko altuera maximoa izango ditu.

Nabearen barrualdean, bulegoak, itxaron gela , aldagelak etab. egongo diren egitura bat aurkituko da. Egitura hau 4 portikoz osatuko da eta kanpoko 6. Eta 7. Portikoetara lotuta egongo dira. Egitura honen habeen gaineko forjatua plaka albeolarrez osatuko da.

Estalkia egiteko eta artilezko arroka plakak eta argi-zuloak erabiliko dira. Panel hauek juntura-estalkiz lotuko dira. Estalkiaren erabilera mantentzeko lanak egiteko bakarrik egiteko izango da. Estalkiak 8°-ko inklinazioa izango du. Estalkia egiteko erabiliko diren plaka hauek torlojuen bidez finkatuko dira 1,35 metroko banaketa izango duten 10 petraletara.

Nabearen itxiera egiteko Sandwich motako panelak erabiliko dira. Panel hauek torlojuen bidez finkatuko dira 1,5metroko banaketa izango duten 7 petraletara.

Egitura karga ezberdinen menpe egongo da, ala nola, karga propioak, haizea, elurra... Karga hauek estalkietan, zutabeetan eta elementu ezberdinak eusten dituzten elementuetan izango dute eragina. Erreakzio hauek dituzten eraginak zehazteko eta modu egokian interpretatzeko CTE DB SE-AE –ren araudia jarraitu da.

2 Hipotesien azalpena

Egituran sortzen diren akzio eta karga ezberdinak kalkulatzeko jarraitu diren pausuak ondorengoak dira:

- Estalkiko petraletako hipotesia: Haize mota, elurra eta aplikatutako kargak kontutan izanda, hipotesi kaltegarriena hartzen da, eta ondorioz, beharrezko petralmota zehazten da.

- Erdiko portikoetako jazenen hipotesia: Haize mota, elurra, aplikatutako kargak eta estaliko petrala egiteko aukeratu diren perfilak kontutan izanda, hipotesi kaltegarriena hartzen da, eta ondorioz, beharrezko jazenamota zehazten da.
- Itxidurako petralenhipotesia: Haize hipotesi kaltegarriena eta itxidurako plaken karga kontutan izanda, beharrezko petral mota zehazten da.
- Erdiko portikoetako zutabeen hipotesia: Atal honetan portiko osoaren ikasketa egiten da, eta zutabeak konprobatzeaz gain, jazenetan sortzen diren erreakzioak berriro konprobatzen dira portikoko elementu guztiak era globalean konprobatuz. Portikoa aztertzeke eta diseinatzeko erabiltzen den hipotesia, portiko guztia kontutan hartuz, erreakzio kaltegarrienak sortzen dituen hipotesia da.
- 6. Portikoko hipotesia: Portiko hau erdiko portikoen taldean egongo bada ere, eta akzioen kalkuluak berdinak izango badira ere, barneko portikoak jasan behar dituen kargak kontutan izango dira.
- 1 Portiko hastialetako hipotesia: Haize mota, elurra, aplikatutako kargak eta estaliko petrala egiteko aukeratu diren perfilak kontutan izanda, hipotesi kaltegarriena hartzen da. Atal honetan jazenak eta zutabeak era globalean kalkulatu dira. Kasu honetan haizeak egituraren plano bietan jotzen duela hartzen da kontutan., portiko honetako zutabeek plano bietako haizearen aurrean erresistenteak izan behar direlako.
- 7. portiko hastialeko hipotesia: 1 portiko hastialaren moduan kalkulatu da, barneko portikoak jasan behar dituen kargak kontutan izango dira kalkuluak egiterako orduan.

Atal honetan zutabeak diseinatzeko kalkuluak jorratuko dira, baina nola zutabeetan ematen diren erreakzioak jazenetan ematen diren erreakzioen menpekoak diren, portiko osoaren hipotesi kaltegarriena hartzen da kontutan, hau da, jazena eta zutabeen modu globalean erreakzio txarrenak sortzen dituen karga kaltegarrienen menpe jartzen duen hipotesia.

3. Akzioak:

Atal honetan akzio aldakorren balioak nola lortu diren azalduko da, akzio iraunkorrek elementu bakoitzaren kalkuluak egiterakoan azalduko direlarik.

3.1 Karga aldakorrak:

3.1.1 Elurra:

Elurraren karga kalkulatzeko CTE DB SE-AE-ren araudia erabiltzen da. 3.5.1 ataleko 2. Puntuak elurraren karga kalkulatzeko formula azaltzen du.

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Non:

- μ : Estalkiaren formaren koefizientea. Koefizientearen balio DB SE- AE ataleko 3.5.3 puntuan azaltzen da.
- s_k : Elurraren kargaren balio karakteristikoa zoru horizontalarekiko. Balio hau Eranskineko DB SE-AE "Datu Klimatologikoak" jarraituz kalkulatu da.

DB SE-AE -ko "Forma koefizientea" ataleko 2. puntuan agertzen den moduan, estalkiaren forma koefizientea 1 da, honen malda 30° baino txikiagoa delako, 8° -koa kasu honetan. Zoru horizontal bateko elurraren kargaren balio karakteristikoa ezagutzeko, eraikina kokatuta egongo den lekua jakin behar da. Zonaldea eta altuera hain zuzen. Eraikina Bermeoko Agirreazozan kokatuko da, itsas mailaren gainetik 53m-tara.

Datuak ezagututa zona klimatikoa sailkatzen da. Honetarako ondoren azaltzen den E eranskineko "Neguko zona klimatikoak" E.2 taula erabiltzen da.



1 Irudia : Neguko zona klimatikoak (Iturria: CTE DB SE-AE-ko E 2 Irudia)

Kasu honetan eraikina 1 zonan aurkitzen da. Zona klimatikoa eta altuera jakinda, E2 “ Elur gainkarga azalera horizontalean (KN/m²) “ taulan, elurrak azalera horizontalean sortzen duen gainkargaren balio karakteristikoa lortzen da.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

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	-	-	-	-	-

1 Taula : Gainazal horizontal baten gaineko elur gainkarga (KN/m²) (CTE DB SE-AE-ko E.2 Taula)

Kalkuluak egiteko erabili den altuera 0 izan da, lortutako balioak ondorengoak izanik.

$$S_k = 0,3 \text{ KN/m}^2$$

Beraz, kalkuluaren arabera:

$$q_n = 1 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ KN / m}^2$$

3.1.2 Haizea:

Haizearen karga lortzeko CTE DB SE - AE –ko 3.3. atalean agertzen dena jarraitzen da. Haizearen akzioa normalean, gainazal bateko edozein puntuarekiko elkarzuta den indar bat bezala edo presio estatiko bat bezala interpretatu daiteke. Haizearen karga kalkulatzeko ondorengo ekuazioa erabiltzen da:

$$(z) = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_p$$

Non:

- q_b : Haizearen presio dinamikoa

- C_e : Esposizio koefizientea
- C_p : Presio koefizientea

Haizeak sortzen duen presio dinamikoaren balioa $q=0.5 \cdot \delta \cdot v_b^2$ bezala kalkulatzen da, non δ airearen dentsitatea den ($1,25 \text{ kg/m}^3$ kontsideratzen dena) eta v_b haizearen abiadura den. Haizearen abiadura aukeratzeko CTE DB SE-AE-ko D 1 taulan eraikinaren kokapena zehazten da, honen arabera haizearen abiadura zehaztuz.



2 Irudia Haizearen oinarrizko abiadura (Iturria:CTE DB SE-AE-ko D 1 Irudia)

Non:

$$q_b=0.5 \cdot 1.25 \cdot 29^2 = 525.525 \text{ N/m}^2$$

Esposizio koefizientea ondorengo formula aplikatuta lortzen da.

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

Non:

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L)$$

F-ren kalkulua egiteko beharrezkoak diren, K,L eta Z, balioak CTE-ko DB SE-AE-ko D2 ataleko taulatik ateratzen dira. Balio hauek ingurunearen laztasunaren arabera dira.

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
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	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

2 Taula : Inguruneko koefizienteak (Iturria: CTE DB SE-AE ko D2 Taula)

Eraikinaren kota maximoa aukeratzen da z-ren balioa zehazteko. Honek C_e espazio koefiziente handiena sortuko du segurtasunaren alde.

Honela, ondorengo ekuazioa lortzen da:

$$F(g,z)=k(g) \cdot \ln\left(\frac{\max(z,Z(g))}{L(g)}\right)$$

$$F(IV, 10) = 0.22 \cdot \ln\left(\frac{\max(10,5)}{0.3}\right) = 0.7714$$

$$C_e(z) = F(z) \cdot (F(z) + 7 \cdot k) = 0.7714 \cdot (0.7714 + 7 \cdot 0.22) = 1.783$$

Haizearen kanpo akzioak haizearen koefizienteak aplikatu aurretik ondorengoak izango dira:

$$q_e(z) = 0.525 \cdot 1.783 \cdot C_{pe}$$

$$q_e(z) = 0.936 C_{pe}$$

Eraikuntza gardenetan edo nabe industrialetan, hau da, forjatuen bidez konektaturiko fatxadak dituzten eraikuntzetan, haizearen akzioa kanpo elementu bakoitzean bereizi behar da.

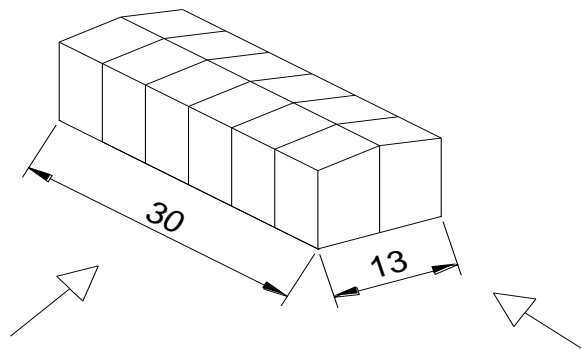
Egituraren kalkulua segurtasunaren aldetik begiraturaz, fatxadako edo estalkiko plano bakoitzeko erresultante moduan CTE DB SE- AE – ko D3 eranskineko balioa erabili ahalko da, zeinek haizearen norabide ezberdinek sortutako puntu bakoitzeko egoera txarrena hartzen duen.

Kanpoko haize koefizienteak hurrengo adierazpenaren bidez zehaztuko da.

$$C_{pe} = C_p(h/d, \alpha, A, f, \text{Zona})$$

Beraz haizearen norabide erlatiboaren (h/d), eraikinaren forma eta posizioaren (f, α , Zona) eta haizeak eragiten duen azalaren (A) araberakoa da.

Egitura mota hauetan, haizeak eragiten duen azalera (A), beti izaten da 10 m^2 baino handiagoa, haizearen kargak jasaten dituzten elementuak azalera karga hauek edo handiagoak jasaten baitituzte. Ondorengo aldagai guztiak, hurrengo kalkuluen bidezko ikasketetan zehaztuko dira.

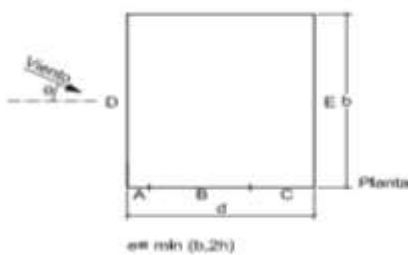


3. Irudia : Alboko haizea eta haize frontala

- **Alboko Haizea**

Paramentu bertikalak

Lehenengo eta behin itxidura bertikalen haizearen balioak zehazten dira CTE DB SE-AE-ko D1 taularen bitartez $A \geq 10 \text{ m}^2$ -ko balioarentzako



4. Irudia : Paramentu bertikalen banaketa alboko haizearekin. (Iturria: CTE DB SE-AE)

Eraikinaren lerdentasuna haizearen kasuan hurrengo izango da:

$$h/d = 10/13 = 0.769$$

$$e = \min (b, 2h)$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 30.4 \text{ m} \\ 2h = 20 \text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \min = 20 \text{ m} \\ e = 20 \end{array}$$

Eraikinaren lerdentasuna kontutan hartuz, lehen aipatutako taulako balioak interpolatzen dira beharrezko C_{pe} balioak lortzeko.

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		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

3. Taula: Haizearen koefizienteen kalkulua paramentu bertikaletan (Iturria: CTE DB SE-AE)

Interpolatutako C_{pe}- aren balioak akzio dinamikoaren balioekin biderkatuz 4. taulan ikusi daitezkeen haizearen kanpo akzioak lortzen dira.

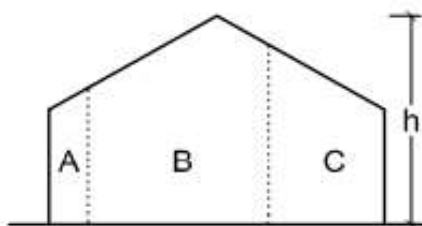
	A	B	C	D	E
C _{pe}	-1.2	-0.8	-0.5	0.77	-0.44
Q _{VL} (KN/m ²)	-1.12	-0.7488	-0.468	0.72	-0.411
	Aurreko	Fatxada	Alboko	Fatxada	

4.Taula: Haizearen koefizienteak eta alboko haizearen karga

A, B eta C eremuen zabalera e balioaren menpekoak dira, zein lehen kalkulatu bezala, bere balioa ondorengo den:

$$e = 20 \text{ m}$$

Eremu bakoitzaren neurriak ondorengo irudian agertzen direnak dira.



$$X(A) = e / 10 = 2 \text{ m}$$

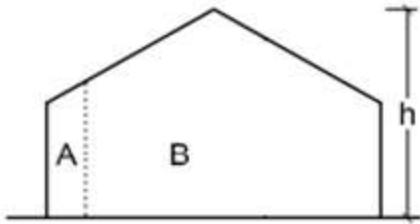
$$X(B) = e - e/10 = 18 \text{ m}$$

$$X(C) = d - e = -6.6 \text{ m}$$

5. Irudia: Aurreko fatxaden banaketa alboko haizearekin. (Iturria: CTE DB SE-AE)

*baina distantzia bat ezin denez negatiboa izan,

orduan 3 eremu izan ordez, eremu bi izango ditu.

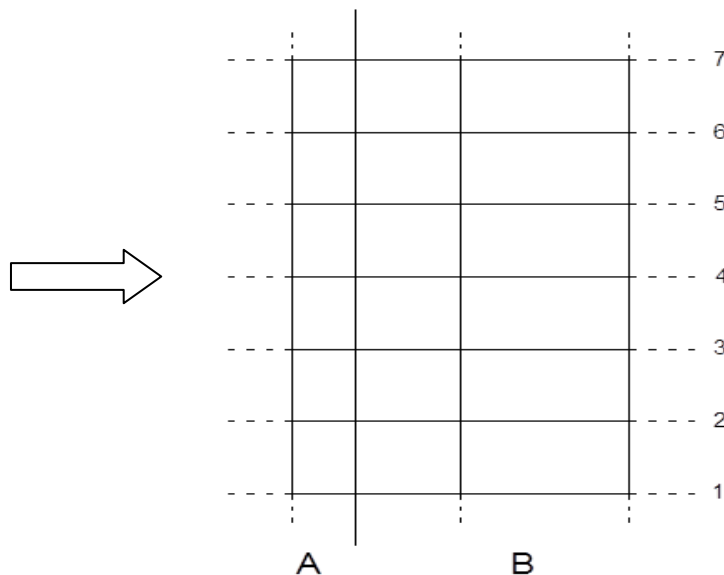


$$X(A) = e/10 = 2\text{m}$$

$$X(B) = d - e/10 = 11,4\text{m}$$

6. Irudia:Aurreko fatxaden banaketa alboko haizearekin. (Iturria: CTE DB SE-AE)

Ondorengo irudian (7.irudia) ikusi daitekeen moduan lortutako balioekin egindako eskeman, portikoek karga balio ezberdinak izango dituzte kokatuta dauden posizioaren arabera.



7. Irudia:Paramentu bertikalen banaketaren eskema alboko haizearen akzioarekin

Kalkulatutako karga hauek fatxadako zona bakoitzean dagokien portikoetan aplikatzen badira ($Q_{vLi} \cdot \text{hormarte}$), egituraren zutabe bakoitzak jasango dituen kargak lortzen dira. Balio hauek (+ dituzten zeinuak kanpoko presioa adierazten dute, eta - dituzten zeinuek kanpoko xurgatzea adierazten dute) ondorengo taulan (5.taula) agertzen direnak izango dira.

	XZ Planoa	YZ Planoa
1 A eta 7 A	$0.72 \cdot 2.5 = 1.8$	$- 1.12 \cdot 2 + (-0.748 \cdot 1.35) = -3.25$
2 A - 6 A	$0.72 \cdot 5 = 3.6$	-
1 C - 7 C	$-0.411 \cdot 2.5 = -1.0275$	$-0.748 \cdot 3.35 = -2.506$
2 C - 6 C	$-0.411 \cdot 5 = -2.055$	-
1 B eta 7 B	-	$-0.7488 \cdot 6.7 = -5.011$

5. Taula: Alboko haizeak zutabeetan eragindako kargak (KN/m)

Estalkiaren gainazala:

Behin haizearen kargak zutabeetan zehaztuta, kargak jazenetan kalkulatu dira, honetarako, haizearen presio koefizienteak ezagutu behar dira estalkiaren eremu bakoitzerako, hau CTE DB SE-AE-ko D.6 taula erabiltzen da. Taula honetan ere behar diren balioak lortzeko estalkiaren datuak interpolatu behar dira.

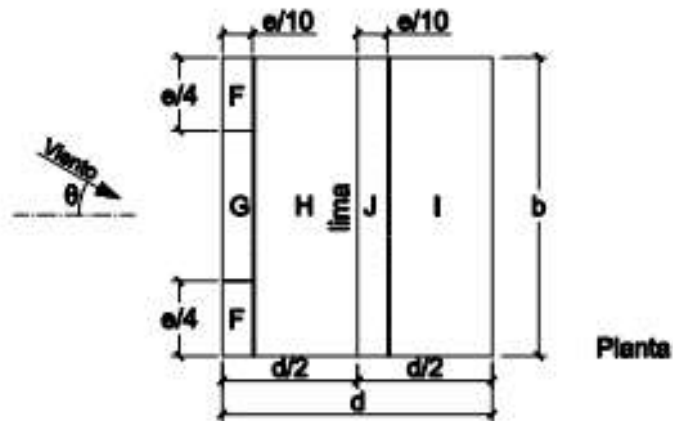
Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0.6	-0.6	-0.8	-0.7	-1
	≤ 1	-0.6	-0.6	-0.8	-0.7	-1.5
-30°	≥ 10	-1.1	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8
	≤ 1	-2	-1.5	-0.8	-0.6	-1.4
-15°	≥ 10	-2.5	-1.3	-0.9	-0.5	-0.7
	≤ 1	-2.8	-2	-1.2	-0.5	-1.2
-5°	≥ 10	-2.3	-1.2	-0.8	0.2	0.2
	≤ 1	-2.5	-2	-1.2	-0.6	-0.6
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	-0.6	0.2
	≤ 1	+0.0	+0.0	+0.0	-0.6	-0.6
30°	≥ 10	-0.9	-0.8	-0.3	-0.4	-1
	≤ 1	0.2	0.2	0.2	+0.0	+0.0
45°	≥ 10	-2	-1.5	-0.3	-0.4	-1.5
	≤ 1	0.2	0.2	0.2	+0.0	+0.0
60°	≥ 10	-0.5	-0.5	-0.2	-0.4	-0.5
	≤ 1	0.7	0.7	0.4	0	0
75°	≥ 10	-1.5	-1.5	-0.2	-0.4	-0.5
	≤ 1	0.7	0.7	0.4	0	0
90°	≥ 10	-0.0	-0.0	-0.0	-0.2	-0.3
	≤ 1	0.7	0.7	0.6	+0.0	+0.0
105°	≥ 10	-0.0	-0.0	-0.0	-0.2	-0.3
	≤ 1	0.7	0.7	0.6	+0.0	+0.0
120°	≥ 10	0.7	0.7	0.7	-0.2	-0.3
	≤ 1	0.7	0.7	0.7	-0.2	-0.3
135°	≥ 10	0.8	0.8	0.8	-0.2	-0.3
	≤ 1	0.8	0.8	0.8	-0.2	-0.3

6. Taula: Alboko haizeak estalkian sortutako haize kargak (Iturria :CTE DB SE- AE)

Estalkiaren kasuan , haizearen koefiziente ez da zutabeen lerdentasunaren menpekoa izango, baina kasu honetan estalkiaren angeluaren menpekoa izango da, egoera ezberdin bi agertuz oraingo kasuan, Presioa eta Xurgatzea, zeintzuek haize kasu ezberdin bi sortuko dituzten 7. taulan ikusi daitekeenez.

	A	B	C	D	E
C _{pe} (S)	-1.42	-1.06	-0.495	-0.53	-0.66
Q _{VL} (KN/m ²)	-1.329	-0.992	-0.463	-0.496	-0.561
C _{pe} (P)	0.07	0.07	0.07	-0.39	-0.72
Q _{VL} (KN/m ²)	0.065	0.065	0.065	-0.365	-0.674

7. Taula: Haizearen koefizientea eta alboko haizeak estalkianeragindako kargak



8. Irudia: Estalki batetako zonen araberako banaketa generikoa alboko haizearekin. (Iturria: CTE DB SE -AE)

Estalkiko eremuak mugatzeko e parametroaren balioa lehenengo bardina izaten jarraituko du:
 $e \text{ min } (b, 2h) = \text{min } (30.4, 20) = 20\text{m}$

Tarte bakoitzaren neurriak ondorengoak dira:

Haizearen norabidearekiko paralelo:

$$F = G = J = e/10 = 2 \text{ m}$$

$$H = I = d/2 - e/10 = 13.4/2 - 2 = 4.7 \text{ m}$$

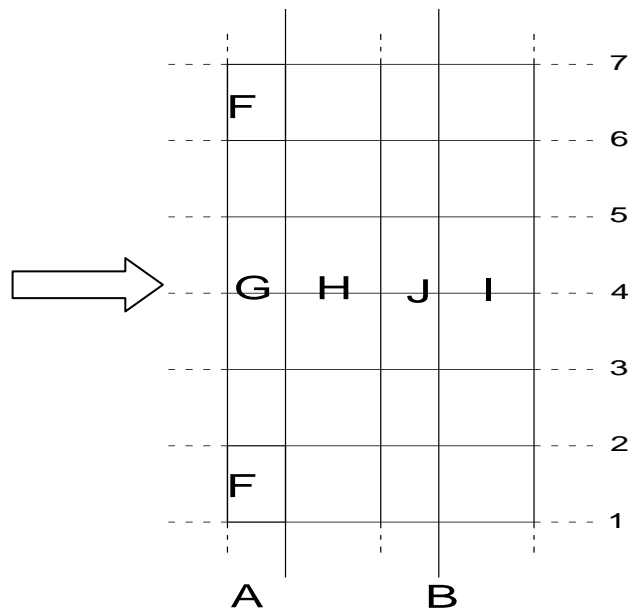
Haizearen norabidearekiko perpendikular:

$$F = e/4 = 5 \text{ m}$$

$$G = b - 2 \cdot e/4 = 30.4 - 2 \cdot 5 = 20.4 \text{ m}$$

$$H = J = I = 30.4\text{m}$$

Ondoren ikusi daitekeen 9. irudian lortutako balioekin egindako eskeman, portikoek karga balio ezberdinak izango dituzte kokatuta dauden posizioaren arabera, ondorioz, zutabeetan gertatzen denarekin bateratu beharko da, A eta B eremuak ez baitituzte F eta G -ek izan ditzaketen neurri berdinak.



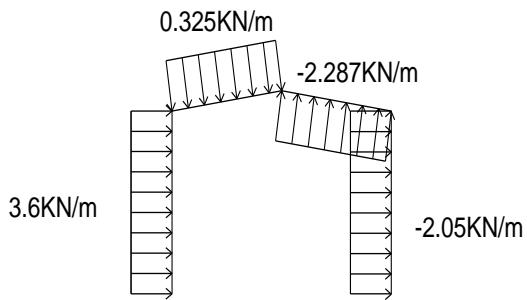
9. Irudia: Estalkiaren zonen araberako banaketa generikoa alboko haizearekin.(Iturria: CTE DB SE -AE)

Kalkulatutako karga hauek estalkiko zona bakoitzean dagokien portikoetan aplikatzen badira (Q_{vLi} ·hormarte), egituraren jazena bakoitzak jasango dituen kargak lortzen dira. Balio hauek (+ dituzten zeinuak kanpoko presioa adierazten dute, eta – dituzten zeinuek kanpoko xurgapena adierazten dute) ondorengo taulan (8. taula) agertzen direnak izango dira.

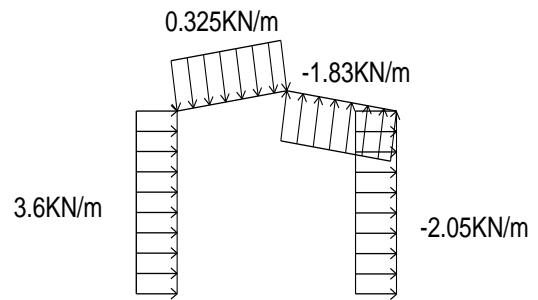
	1. Tartea	2. Tartea
	Xurgatzea	
1 eta 7 AB	$-1.329 \cdot 2.5 = -3.322$	$-0.46 \cdot 2.5 = -1.15$
2 eta 6 AB	$-1.329 \cdot 2.5 + (-0.992 \cdot 2.5) = -5.8$	$-0.46 \cdot 5 = -2.3$
3tik 5 era AB	$-0.992 \cdot 5 = -4.96$	$-0.46 \cdot 5 = -2.3$
1 eta 7 BC	$-0.561 \cdot 2.5 = -1.4025$	$-0.496 \cdot 2.5 = -1.24$
2 tik 6 ra BC	$-0.561 \cdot 5 = -2.805$	$-0.496 \cdot 2.5 = -2.48$
	Presioa	
1 eta 7 AB	$0.065 \cdot 2.5 = 0.1625$	$0.065 \cdot 2.5 = 0.1625$
2 eta 6 AB	$0.065 \cdot 2.5 + 0.065 \cdot 2.5 = 0.325$	$0.065 \cdot 5 = 0.325$
3tik 5 era AB	$5 \cdot 0.065 = 0.325$	$0.065 \cdot 5 = 0.325$
1 eta 7 BC	$-0.675 \cdot 2.5 = -1.6875$	$-0.365 \cdot 2.5 = -0.9125$
2 tik 6 ra BC	$-0.675 \cdot 5 = -3.375$	$-0.365 \cdot 5 = -1.825$

8. Taula: Alboko haizeak jazenetan eragindako kargak (KN/m)

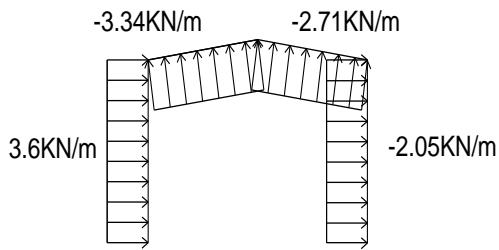
Erdiko portikoak



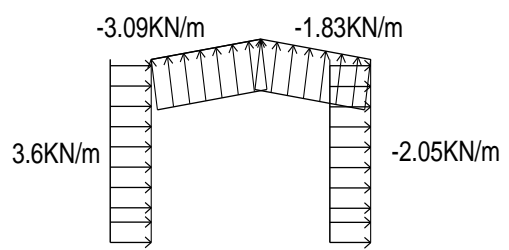
2 eta 6 (P)
portikoak



2 eta 6 (S)
portikoak



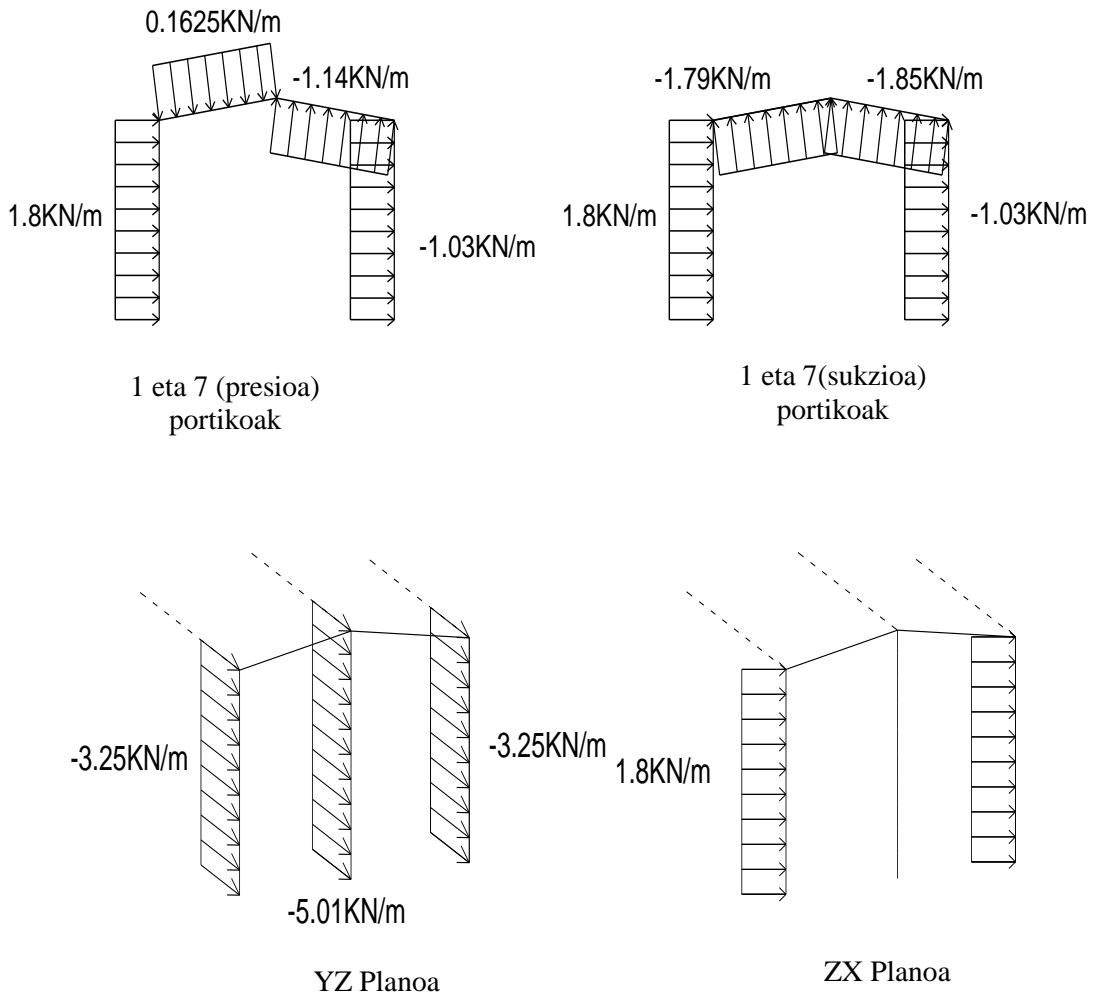
3 tik 5 era (P)
portikoak



3 tik 5 era (S)
portikoak

10. Irudia: Alboko haizeak erdiko portikoetan eragindako kargak

Portiko hastialak



11. Irudia: Alboko haizeak portiko hastialetan eragindako kargak

• **Haize frontala**

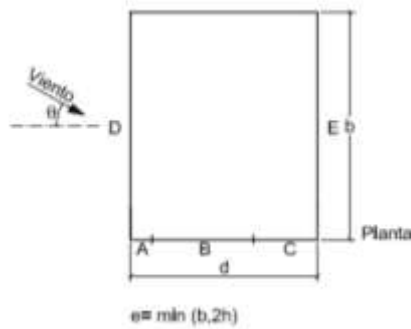
Behin alboko haizearen kargak kalkulatu, haize frontalak eragiten dituen kargak kalkulatu dira.

Paramentu bertikalak

Kasu honetan lehen erabilitako taula berdina erabiltzen da, baina oraingoan b eraikinaren zabalera izango da ($b = 13.4$ m), eta d sakonera ($d = 30.4$ m).

Eraikinaren lerdentasuna haizearen kasuan 12. irudian agertzen dena izango da:

$$h/d = 10 / 30.4 = 0.329$$



$$e = \min (b, 2h)$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 13.4\text{m} \\ 2h = 20\text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \min = 13.4\text{ m} \\ e = 13.4\text{ m} \end{array}$$

12 Irudia : Paramentu bertikalen banaketa alboko haizearekin. (Iturria: CTE DB SE-AE)

Eraikinaren lerdentasuna kontutan hartuz, lehen aipatutako taulako balioak interpolatzen dira beharrezko C_{pe} balioak lortzeko.

A (m ²)	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

9. Taula: Haizearen koefizienteen kalkulua paramentu bertikaletan (Iturria: CTE DB SE-AE)

Interpolatutako C_{pe} -ren balioak akzio dinamikoen balioekin biderkatuz haizearen kanpo akzioak lortzen dira.

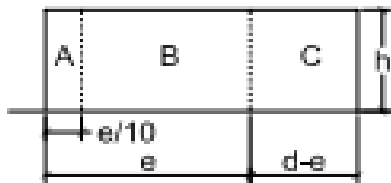
	A	B	C	D	E
C_{pe}	-1.2	-0.8	-0.5	0.77	-0.44
Q_{VL} (KN/m^2)	-1.12	-0.7488	-0.468	0.664	-0.299
	Alboko	Fatxada	Aurreko	Fatxada	

10. Taula: Haize frontalak paramentu bertikaletan eragindako karga.

A, B eta C eremuen zabalera e balioaren menpekoak dira, zein lehen kalkulatu bezala, bere balioa ondorengo den:

$$e = 13.4 \text{ m}$$

Eremu bakoitzaren neurriak ondorengo irudian (13.irudia) dira.



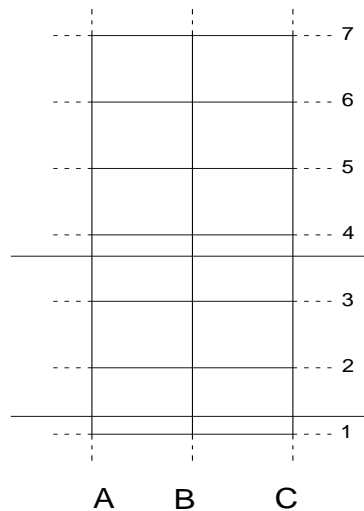
13. Irudia. Alboko fatxadaren banaketa haize frontalarekin (Iturria: CTE DB SE AE)

$$X(A) = e / 10 = 1.34 \text{ m}$$

$$X(B) = e - e/10 = 12.06 \text{ m}$$

$$X(C) = d - e = 17 \text{ m}$$

Ondorengo irudian (14. irudia) ikusi daitekeen moduan lortutako balioekin egindako eskeman, portikoek karga balio ezberdinak izango dituzte kokatuta dauden posizioaren arabera.



14. Irudia: Paramentu bertikalen banaketa haize frontalaren akzioarekin (Iturria: CTE DB SE-AE)

Kalkulatutako karga hauek fatxadako zona bakoitzean dagokien portikoetan aplikatzen badira (Q_{vLi} hormarte), egituraren zutabe bakoitzak jasango dituen kargak lortzen dira. Balio hauek (+ dituzten zeinuak kanpoko presioa adierazten dute, eta - dituzten zeinuek kanpoko xurgapena adierazten dute) 11. taulan taulan agertzen direnak izango dira.

	XZ Planoa	YZ Planoa
1 A eta 1 C	$-1.123 \cdot 1.34 + (-0.748) \cdot (2.5 - 1.34) = -2.37$	$0.664 \cdot 3.35 = 2.22$
1B	-	$0.664 \cdot 6.7 = 4.44$
2 A eta 2 C	$-0.748 \cdot 5 = -3.74$	-
3 A eta 3 C	$-0.748 \cdot 5 = -3.74$	-
4 A eta 4 C	$-0.7485 \cdot 0.9 + (-0.468) \cdot 4.1 = -2.59$	-
5 A-6A eta 5 C-6 C	$-0.468 \cdot 5 = -2,34$	-
7 A eta 7C	$-0,468 \cdot 2,5 = -1,17$	$-0,299 \cdot 3,35 = -1$
7 B	-	$-0,299 \cdot 6,7 = -2$

11. Taula: Haize frontalak zutabeetan eragindako kargak (KN/m)

Estalkiaren gainazala

Behin haizearen kargak zutabeetan zehaztuta, kargak jazenetan kalkulatzen dira, honetarako, haizearen presio koefizienteak ezagutu behar dira estalkiaren eremu bakoitzerako, hau CTE DB SE-AE-ko D.6 taula erabiltzen da. Taula honetan ere behar diren balioak lortzeko estalkiaren datuak interpolatu behar dira.

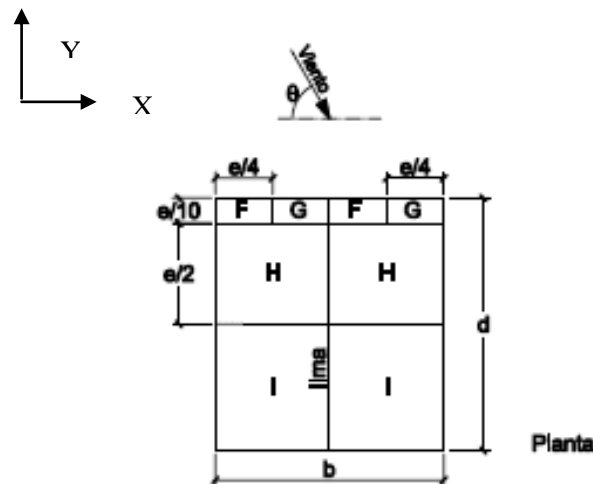
Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1.4	-1.2	-1.0	-0.9
	≤ 1	-2.0	-2.0	-1.3	-1.2
-30°	≥ 10	-1.5	-1.2	-1.0	-0.9
	≤ 1	-2.1	-2.0	-1.3	-1.2
-15°	≥ 10	-1.9	-1.2	-0.8	-0.8
	≤ 1	-2.5	-2.0	-1.2	-1.2
-5°	≥ 10	-1.8	-1.2	-0.7	-0.6
	≤ 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	-0.8
15°	≥ 10	-1.3	-1.3	-0.6	-0.5
	≤ 1	-2.0	-2.0	-1.2	-0.5
30°	≥ 10	-1.1	-1.4	-0.8	-0.5
	≤ 1	-1.5	-2.0	-1.2	-0.5
45°	≥ 10	-1.1	-1.4	-0.9	-0.5
	≤ 1	-1.5	-2.0	-1.2	-0.5
60°	≥ 10	-1.1	-1.2	-0.8	-0.5
	≤ 1	-1.5	-2.0	-1.0	-0.5
75°	≥ 10	-1.1	-1.2	-0.8	-0.5
	≤ 1	-1.5	-2.0	-1.0	-0.5

12. Taula: Haize frontalak estalkian eragindako haize koefizienteak.(Iturria: CTE DB SE-AE)

Kasu honetan, haize mota bat bakarrik dago, hortaz, nahikoa da balioa taulan interpolatzea estalkiaren inklinazio angeluaren arabera eta jarraian esposizio koefizientearekin eta presio dinamikoarekin biderkatzen da estalkiaren zona ezberdinetako aurreko haizearen (Q_{VF}) balioak lortzeko. Balioak 13. taulan ikusi daitezke.

	F	G	H	I
$C_{pe}(S)$	-1.51	-1.3	-0.67	-0.57
Q_{VF} (KN/m ²)	-1.329	-0.992	-0.463	-0.496

13. Taula: Haizearen koefizientea eta alboko haizeak sortutako kargak estalkian



15. Irudia: Estalki batetako zonen araberako banaketa generikoa alboko haizearekin.(Iturria: CTE DB SE -AE)

Estalkiko eremuak mugatzeko e parametroaren balioa lehenengo bardina izaten jarraituko du:
 $e \min (b, 2h) = \min (13.4, 20) = 13.4\text{m}$

Tarte bakoitzaren neurriak ondorengoak dira:

Haizearen norabidearekiko elkarzut:

X ardatza:

$$x (F,G) = e/4 = 13.4/4 = 3.35 \text{ m}$$

$$x (H,I) = e/4 \times 2 = 6.7 \text{ m}$$

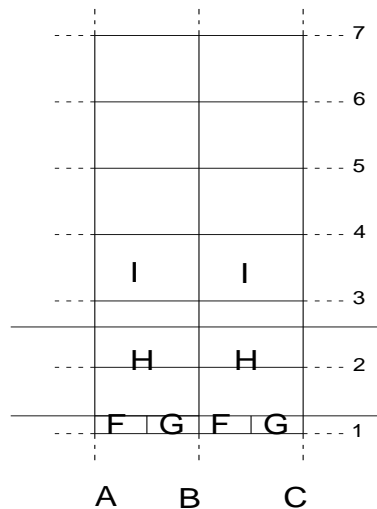
Y ardatza:

$$x (F, G) = e/10 = 1.34 \text{ m}$$

$$x (H) = e/2 = 6.7 \text{ m}$$

$$x (I) = d - e/10 - e/2 = 30.4 - 1.34 - 6.7 = 22.36 \text{ m}$$

Ondoren ikusi 16. irudian ,lortutako balioekin egindako eskeman, portikoek karga balio ezberdinak izango dituzte kokatuta dauden posizioaren arabera, ondorioz, zutabeetan gertatzen denarekin bateratu beharko da.



16. Irudia: Estalkiaren zonen arabera banaketa alboko haizearekin.(Iturria: CTE DB SE -AE)

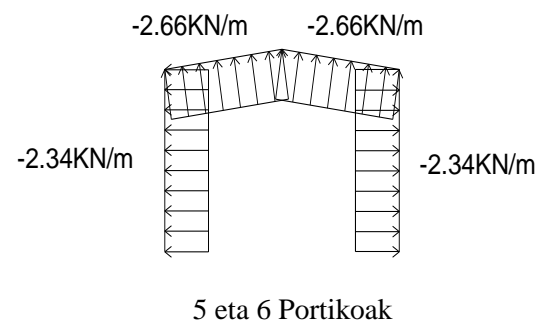
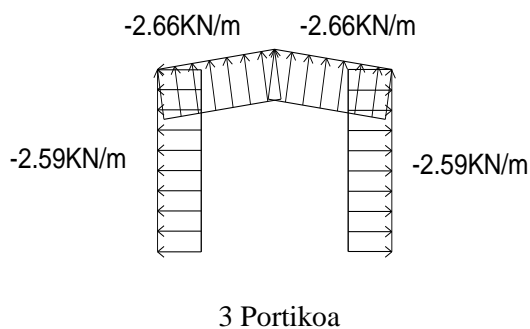
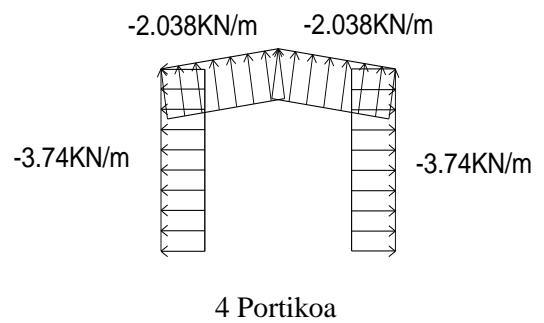
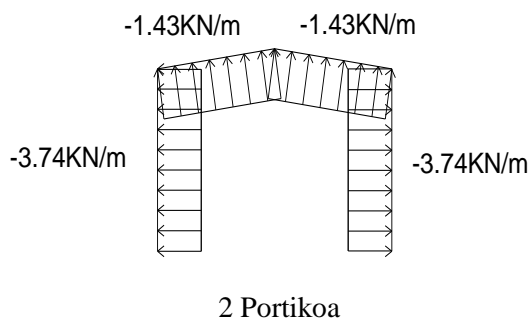
Kalkulatutako karga hauek estalkiko zona bakoitzean dagokien portikoetan aplikatzen badira ($Q_{vLi} \cdot \text{hormarte}$), egituraren jazena bakoitzak jasango dituen kargak lortzen dira.

Balio hauek (+dituzten zeinuak kanpoko presioa adierazten dute, eta – dituztenzeinuek kanpoko suzkioa adierazten dute) 14. taulan agertzen direnak izango dira.

	1. Tartea	2. Tartea
1AB eta 1 BC	-2.988	-2.25
2AB eta 2 BC	-1.201	-1.67
3AB eta 3 BC	-2.038	-2.038
456 AB eta 456 BC	-2.664	-2.664
7 AB eta 7 BC	-1.332	-1.332

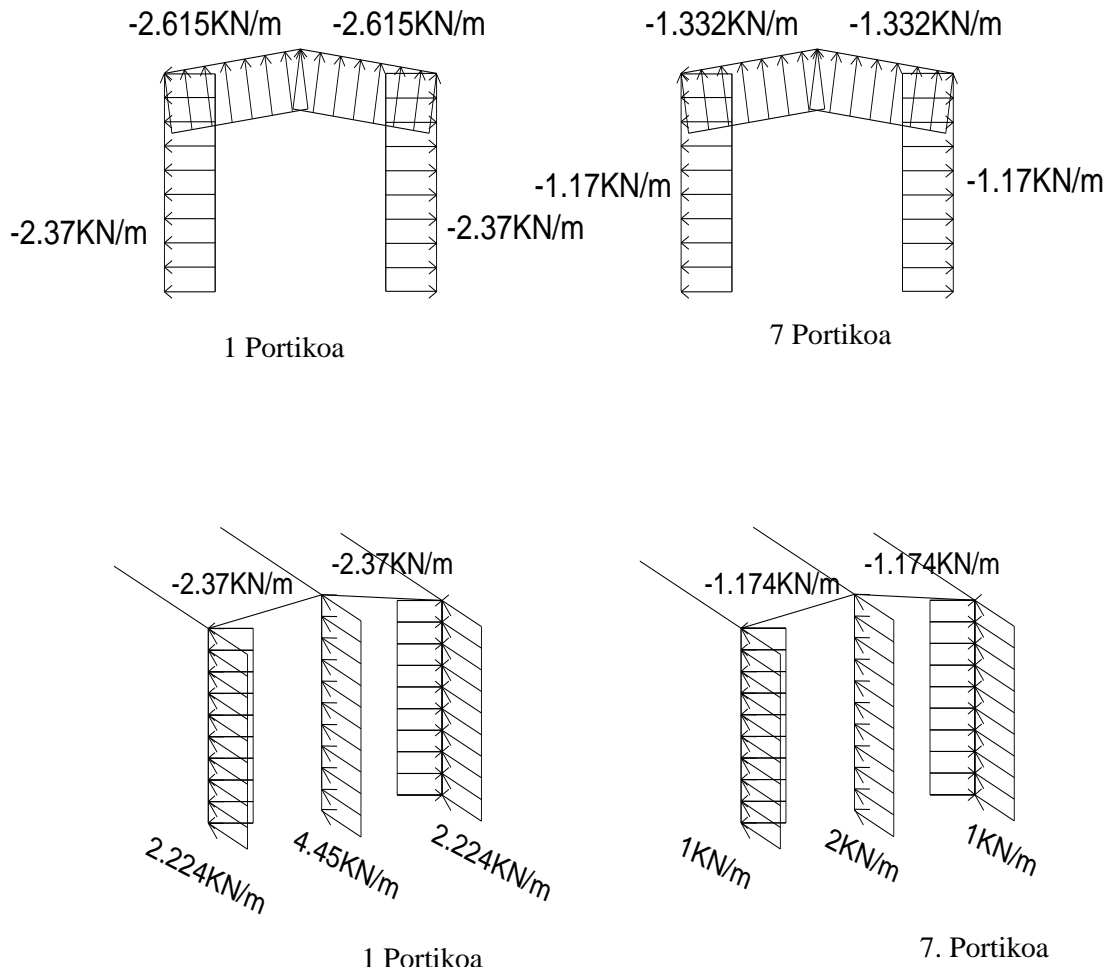
14. Taula: Haize frontalak zutabeetan eragindako kargak (KN/m)

Erdiko portikoetako kargak



17. Irudia: Haize frontalak erdiko portikoetan eragindako kargak

Portiko hastialak



17. Irudia: Haize frontalak portiko hastialetan eragindako kargak

- **Barneko haizea**

Haizeak nabaren barnean eragin dezakeen akzioa iragankor edo iraunkor bezala kontsideratu daiteke.

Egoera bietan, q_b -aren balioa lehenengo atalean kalkulatuakoaren berdina izango da ($q_b = 0.525 \text{ KN/m}^2$). Oso ohikoa da barneko esposizio koefizientearen balioa (C_{ei}), lehenengo atalean, kanpoko haizearen atalean, kalkulatuakoarekin alderatuz ezberdina dena.

$$Q_e(z) = q_b \cdot C_{ei}(z) \cdot C_{p,i}$$

C_{ei} -ren kalkulua egiteko eraikuntzan hutsune nagusi bat egongo balitz bezala kontsideratzen da. Hutsune honen batez besteko altuera ondorengo kalkuluen arabera hurrengo da:

$$Alt = \frac{A1 \cdot d1 + A2 \cdot d2}{A1 + A2}$$

$$Alt = \frac{2 \cdot 22,5 \cdot 2,5 + 2 \cdot 6,75 \cdot 6,75}{22,5 + 6,75} = 4,73m$$

Esposizio koefizientearen balioa hurrengo ekuazioarekin lortzen da:

$$F(g,z) = k(g) \left[\ln \frac{\max(z, Z(g))}{L(g)} \right]$$

$$F(IV, 4.73) = 0,22 \left[\ln \frac{\max(5, 4.73)}{0.3} \right] = 0,7714$$

$$C_e(z) = F(z) \cdot (F(z) + 7 \cdot k) = 0,619 \cdot (0,619 + 7 \cdot 0,22) = 1,336$$

Barneko presio koefizientea lortzea baino ez da gelditzen, ezberdina izango dena barneko haize mota bakoitzerako:

$$q_e(z) = q_b \cdot c_{e,i}(z) \cdot c_{p,i}$$

$$q_e = 0.525 \cdot 1.336 \cdot c_{p,i} =$$

$$q_e = 0.7014 \cdot c_{p,i}$$

Egoera iraunkor edo iragankorra

Lehenengo aukera, haizearen egoera iraunkor edo iragankor bezala kontsideratzea da. Kasu honetan ez dira erabili behar 3.6 taulan agertzen diren besteko koefiziente mugatzaileak.

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	
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	

15. Taula: Barne haizearen koefizienteak (Iturria: CTE DB SE – AE -- ko 3.6 taula)

Barneko presiorako $c_{p,i} = +0,2$ erabiltzea proposatzen da, eta barneko xurgatzerakoako $c_{p,i} = -0,3$.

Honela ba, barneko haize akzioa xurgapenezkoa denean (VIS) erabiliko da, eta presiosko haize a denean (VIP).

$$\text{VIS}(\text{KN/m}^2) = 0,7014 \cdot (-0,3) = -0,21$$

$$\text{VIP}(\text{KN/m}^2) = 0,7014 \cdot (0,2) = 0,14$$

Karga hauek barneko portikoetara zein portiko hastialetara transmititzen da (XZ) planoan:

$$\text{VIS}(\text{KN/m}^2) = -0,21 \quad \left\{ \begin{array}{l} q_{\text{vis barne}} = -0,21 \cdot 5 = -1,05 \text{ KN/m} \\ q_{\text{vis hastiala}} = -0,21 \cdot 2,5 = -0,525 \text{ KN/m} \end{array} \right.$$

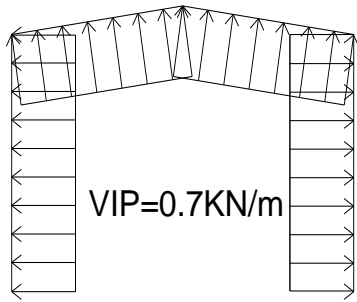
$$\text{VIP}(\text{KN/m}^2) = 0,14 \quad \left\{ \begin{array}{l} q_{\text{vip barne}} = 0,14 \cdot 5 = 0,7 \text{ KN/m} \\ q_{\text{vip hastiala}} = 0,14 \cdot 2,5 = 0,35 \text{ KN/m} \end{array} \right.$$

Portiko hastialetako kargak (YZ planoan) honela banatu behar dira:

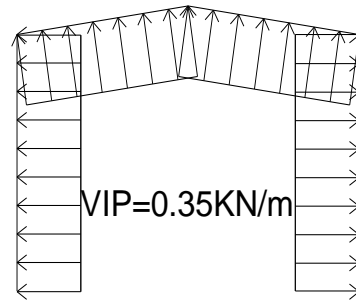
$$\text{VIS}(\text{KN/m}^2) = -0,21 \quad \left\{ \begin{array}{l} q_{\text{visbarne}} = -0,21 \cdot 6,5 = -1,365 \text{ KN/m} \\ q_{\text{vishastiala}} = -0,21 \cdot 3,25 = -0,68 \text{ KN/m} \end{array} \right.$$

$$\text{VIP (KN/m}^2\text{)}=0,14 \quad \left\{ \begin{array}{l} q_{\text{vipbarne}} = 0,14 \cdot 6,5 = 0,91 \text{ KN/m} \\ q_{\text{vishastiala}} = 0,14 \cdot 3,25 = 0,455 \text{ KN/m} \end{array} \right.$$

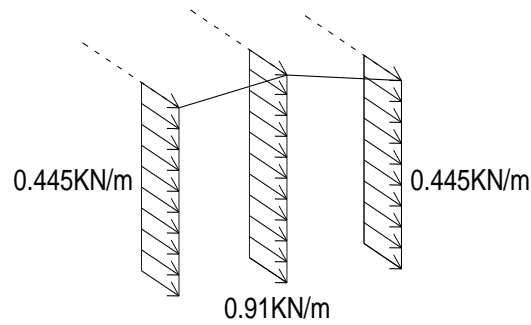
Barneko haize presioa



2 tik 6-ra Portikoak



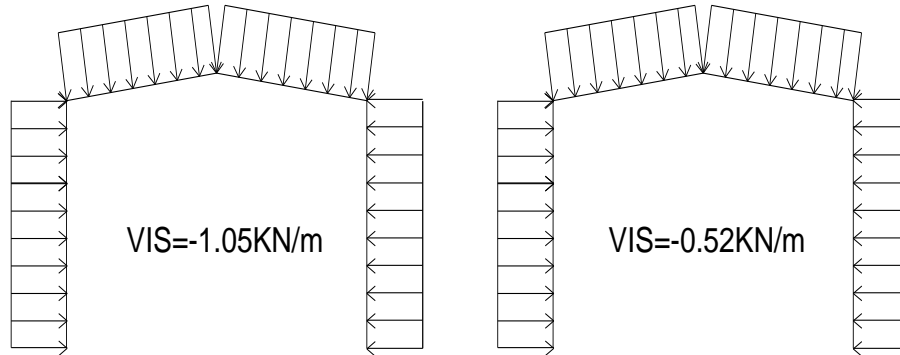
1 eta 7-Portikoak



1 eta 7-Portikoak

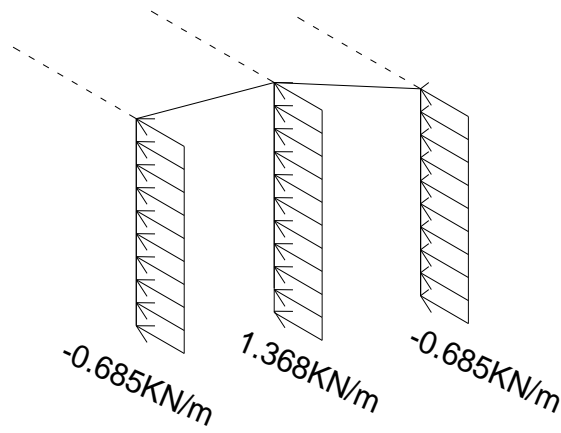
18. Irudia: Barne presioak portikoetan eragindako kargak

Barneko haize xurgapena



2 tik 6-ra Portikoak

1 eta 7-Portikoak



1 eta 7-Portikoak

19. Irudia: Barne xurgapenak portikoetan eragindako kargak

3.1.3 Erabilpen gainkarga:

CTE- DB SEAE- ren dokumentuko 3.1 taulak definitzen du eraikinak izango duen estalki motaren arabera honek jasan dezakeen gainkargaren balioa. Proiektu honen estalkia Gmotako erabilera izango du.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

16. Taula: Erabilpen gainkargen balioak (Iturria: CTE DB SE- AE –ko 3.1 Taula)

Karga honen balioa 0.4KN/m² da gainazal horizontalarekiko.

3.2 Akzioen konbinazioa

Behin egituraren dimentsionaketan eragingo duten akzioak kalkulatu, hauen konbinazio egokia gauzatu behar da CTE dokumentuko SU1 eta SU2 era egokian bete daitezten.

Azken egoera limitea (AEL)

SE1 dokumentuak eskatzen dituen arauak betetzeko, hau da, habeen erresistentzia betetzen dela egiaztatu behar denean, kontutan hartu behar dira akzioen konbinazioak egoera iraunkor edo iragankorrean hurrengo adierazpena erabiliz:

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

Zerbitzuko egoera limitea (ZEL)

SE2 dokumentuak eskatzen dituen arauak betetzeko, hau da, egituraren deformazioak erabiltzaileen edo hirugarren pertsonen ongizatean edo erabileran eragina izan ez dadin ziurtatu behar da.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Goian aipatutako ikurren balioa ondorengo eran lortzen dira:

- γ -ren balioa zehazteko CTE DB SE – ko 4.1 taula erabiltzen da. Proiektu honetan, eta batez ere kalkuluak arintzeko aipatutako taulan erresistentziari dagokion atala bakarrik erabili da. Taula ondorengoa delarik

Tipo de verificación ⁽¹⁾	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
		desestabilizadora	estabilizadora
Estabilidad	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

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

17. Taula: Akzioen segurtasun koefiziente partzialak (Iturria: CTE DB SE AE-ko 4.1 taula)

- G-ren balioa kalkulatu nahi dugun elementuaren pisu propioa den.
- Ψ -ren balioa zehazteko CTE DB SE-ko 4.2 taula erabiltzen da.

	☑	☑	☑
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 ≤ 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

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

18. Taula: Aldiberekotasun taula (CTE DB SE AE-ko 4.2 taula)

4 Egituraren kalkulua:

Puntu honetan egituraren kalkulu analitikoak jorratuko dira.

4.1 Estalkiko petralen kalkuluak:

Estalkiaren kargak jasango dituzten petralen kalkuluak jorratuko dira puntu honetan.

4.1.1 Estalkiko petralen ezaugarriak:

- Petralak estalkiaren gailurraren bi aldeetara jarriko dira eta 5 metroko luzera igango dute.
- Torlojuen bidezko euskarriak izango ditu, beraz petralak euskarri artikulatu bezala kontsideratuko dira kalkuluak egiteko.
- UPN perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- CTE-ren araudiaren arabera gezi maximoa L/300 izan behar da.
- Kalkuluak egiteko, egoera kaltegarrienaren menpe dauden petralek erabiliko dira, kasu honetan aukeratzen den perfila, petral guztietara estrapolatuz.
- Estalkiak 8°-ko malda izango du.

Estalkiak 106 kg-ko kargak eta 2750 mm-ko argiak jasateko gaitasuna du.

4.1.2 Hipotesietako datuak:

- Karga iraunkorrak:

- Estalkia:

- Sandwich panela:

$$14,74 \text{ kg/m}^2 + 5 \text{ kg/m}^2 \text{ (torlojuen pisua)} = 19,74 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 20 \text{ kg/m}^2$$

- *Argi-zuloa:*

$$8 \text{ kg/m}^2 + 2 \text{ kg/m}^2 (\text{torlojuen pisua}) = 10 \text{ Kg/m}^2$$

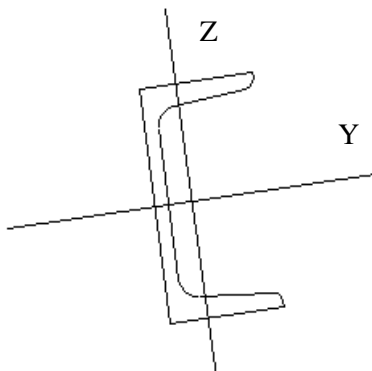
Elementu hauen batez bestekoa eginez ondorengoa lortzen da:

$$\frac{0,2 \cdot 4 \cdot 6,5 + 0,1 \cdot 1 \cdot 6,5}{6,5 \cdot 4 + 6,5 \cdot 1} = 0,18 \text{ KN/m}^2$$

Petral bakoitzak estalkiaren ondorengo karga jasotzen du:

$$\text{Estalkia (KN/m)} = \frac{0,18 \text{ KN}}{\text{m}^2} \cdot 1,35 \text{ m} = 0,243 \text{ KN/m}$$

Estalkiak sortzen duen karga ardatz ezberdinetan deskonposatuz ondorengoa lortuko litzake.



Y ardatza

$$0,243 \text{ KN/m} \sin(8) = 0,03 \text{ KN/m}$$

Z ardatza:

$$0,243 \text{ KN/m} \cdot \cos(8) = 0,24 \text{ KN/m}$$

20. Irudia: UPN perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Petralen perfilak:

Petralak UPN 140 perfila duten habeekin egitea aurreikusi da. Perfil mota honen pisu propioa 0,16KN/m-koa da.

- Karga aldakorrak:

- Erabilpen gainkarga:

Karga banatua: 0,521 KN/m

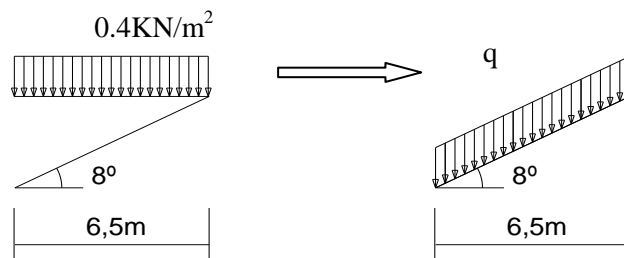
- 0,521 KN/m

Karga puntuala: 0,990 KN

- Uniformeki banatutako karga:

Malda bakoitzak 6 petral izango ditu, eta hauen arteko distantzia 1,35 m-koa izango da, hagalaren alboan dagoena izan ezik 0,9 m-koa izango dena. Erreferentziazat 1,35 hartuko delarik

Karga honen balioa $0,4\text{KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



20 Irudia: Erabilpen gainkargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,5\text{m} = q \cdot \frac{6,5\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

Uniformeki banatutako kargaren banaketa ardatz nagusi bietan.

Y ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 1,35\text{m} = 0,075\text{KN/m}$$

Z ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 1,35\text{m} = 0,53\text{KN/m}$$

- Karga puntuala:

Karga honen balioa 1 KN -ekoa da.

Z ardatza:

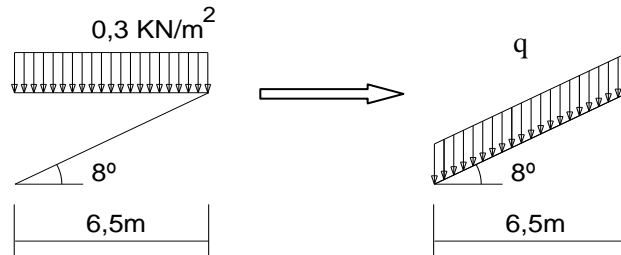
$$1\text{KN} \cdot \cos(8) = 0,99\text{KN}$$

X ardatza:

$$1\text{KN} \cdot \sin(8) = 0,13\text{KN}$$

Elurra:

Karga honen balioa $0,3\text{KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



21 Irudia: Elurrak eragindako kargen banaketa estalkiaren gainean.

$$0,3 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,5 \text{ m} = q \cdot \frac{6,5 \text{ m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,29 \text{ KN/m}^2$$

Elur kargaren banaketa ardatz nagusi bietan

Y ardatza:

$$0,4\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 1,35\text{m} = 0,075\text{KN/m}$$

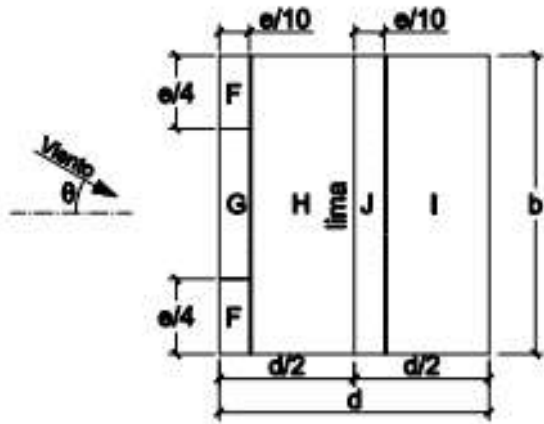
Z ardatza:

$$0,4\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 1,35\text{m} = 0,53\text{KN/m}$$

- Haizea petraletan:

Lehen kalkulaturako haizearen tentsioak petraletan sortzen dituen karga banatuak kalkulatzeko hurrengo kalkuluak egin behar dira:

- Zeharkako haizea



Azalerak:

$$F = 2 \cdot 5 = 10 \text{ m}^2$$

$$G = 2 \cdot 20,4 = 40,8 \text{ m}^2$$

$$H = 4,7 \cdot 30,4 = 142,88 \text{ m}^2$$

$$J = 2 \cdot 30,4 = 60,8 \text{ m}^2$$

$$I = 4,7 \cdot 30,4 = 142,88 \text{ m}^2$$

22. Irudia :Estalki batetako zonen arabera banaketa generikoa alboko haizearekin.(Iturria: CTE DB SE -AE)

- Xurgapena:

$C_{pe_{su.tb1}}$ F,G eta H azalerak osotzen dute haizearen aldean dauden azalerak. Aldiz $C_{pe_{su.tb2}}$ sortzen diren xurgapenak,hau da, haizeak jotzen duen kontrako aldea, J eta I azalerak osatzen dute.

$$C_{pe_{su.tb1}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot (-1,329) + 40,8 \cdot (-0,992) + 142,88 \cdot (-0,463)}{2 \cdot 10 + 40,8 \cdot 142,88}$$

$$C_{pe_{su.tb1}} = -0,65 \text{ KN/m}^2$$

$$C_{pe_{su.tb2}} = \frac{60,8 \cdot (-0,561) + 142,88 \cdot (-0,496)}{2 \cdot 10 + 40,8 \cdot 142,88} = -0,515 \text{ KN/m}^2$$

- Presioa:

$C_{pe_{su.tb1}}$ F,G eta H azalerak osotzen dute haizearen aldean dauden azalerak. Aldiz $C_{pe_{su.tb2}}$ sortzen diren presioak, hau da, haizeak jotzen duen kontrako aldea, J eta I azalerak osatzen dute.

$$C_{pe_{pre.tb2}} = \frac{6,77 \cdot 0,065 \cdot 30,44}{2 \cdot 10 + 40,8 \cdot 142,88} = 0,066 \text{ KN/m}^2$$

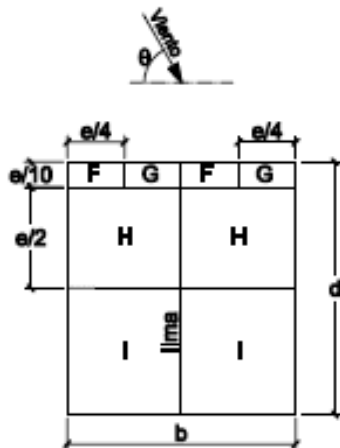
$$Cpe_{pre.btb2} = \frac{-0,67 \cdot 60,8 - 0,365 \cdot 142,88}{142,88 + 60,8} = -0,456 \text{ KN/m}^2$$

Haizeak sortzen dituen karga linealak lortzeko Cpe_{btb1} eta Cpe_{btb2} petralen arteko distantziarekin biderkatu behar dira, 19. taulan agertzen diren balioak lortuz:

Petral zenbakia	Petralen arteko distantzia(m)	Erresultantea(KN/m)
$Cpe_{su.btb1}$		
1 eta 6	0,675	-0,42
2tik - 4ra	1,35	-0, 3
7 eta 12	0,675	-0,35
8tik - 11ra	1,35	-0,69
$Cpe_{pre.btb2}$		
1 eta 6	0,675	0,04
2tik - 4ra	1,35	0,08
7 eta 12	0,675	-0,30
8tik - 11ra	1,35	-0,61

19. Taula: Petralek haizearen presioagatik jasaten duten karga.

- Haize frontala



23. Irudia :Estalki batetako zonen araberako banaketa generikoa haize frontalarekin. (Iturria: CTE DB SE -AE)

Azalerak

$$G = F \cdot 1,34 \cdot 3,35 = 4,489 \text{ m}^2$$

$$H = 6,7 \cdot 6,7 = 44,89 \text{ m}^2$$

$$I = 6,7 \cdot 22,3 = 149,41 \text{ m}^2$$

- Xurgapena:

Haizeak eraikin honetan aurrealdetik jotzen duenean xurgapen kargak bakarrik sortzen dituzte 20. taulan ikusi daitekeen moduan.

$$Cpe_{pre.btb} = \frac{4.49 \cdot (-1.41) + 4.489 \cdot (-1.21) + 44.89 \cdot (-0.627) + 149.41 \cdot (-0.533)}{4.489 \cdot 2 + 44.89 + 149.41}$$

$$Cpe_{pre.btb} = -0.601 \text{ KN/m}^2$$

<u>Petral zenbakia</u>	<u>Petralen arteko distantzia(m)</u>	<u>Erresultantea(KN/m)</u>
$Cpe_{pre.btb1}$		
1 eta 6	0,675	-0,40
7 eta 12		
2tik – 5era	1,35	-0,81
8tik- 11ra		

20. Taula: Petralek xurgapenagatik jasaten duten karga

- Barne akzioak:

Barne presioak edo barne xurgapenak sortzen duten tentsioak, karga banatu bezala aplikatu behar zaie petralei. Karga hauek hipotesietan kanpoko xurgapenarekin eta presioarekin konbinatu behar dira petralentzako konbinazio txarrean zein izan daitekeen jakiteko.

- Barne presioa:

Barne presioak (VIP) petraletan sortzen duen karga lineala 21. taulan argetzen dira:

<u>Petral zenbakia</u>	<u>Petralen arteko distantzia(m)</u>	<u>VIP (KN/m²)</u>	<u>Erresultantea(KN/m)</u>
1 eta 6	0,675	0,14	0,094
7 eta 12			
2tik – 5era	1,35	0,14	0,189
8tik- 11ra			

21. Taula: Petralek barne presioagatik jasaten duten karga.

-Barne xurgapena:

Barne presioak (VIS) petraletan sortzen duen karga lineala 22. taulan agertzen dira:

<u>Petral zenbakia</u>	<u>Petralen arteko distantzia(m)</u>	<u>VIP (KN/m²)</u>	<u>Erresultantea(KN/m)</u>
1 eta 6	0,675	-0,21	-0,141
7 eta 12			
2tik – 5era	1,35	-0,21	-0,283
8tik- 11ra			

22. Taula Petralek barne xurgapenagatik jasaten duten karga.

Petral guztiak berdina izango direnez, karga handiena jasan behar duen petralaren balioa bakarrik kalkulatu da

Beraz, haizeak petraletan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

Haizea gorantz:

Beraz, haizeak petraletan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

$$HG = |(0,189 + 0,83)| = 1,02 \text{ KN/m}$$

Haizea beherantz:

$$HB = |(0,283 + 0,087)| = 0,37 \text{ KN/m}$$

- **ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, petralek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu. Konbinazio karakteristikoa petralen perfiletako bi ardatzetarako kalkulatu dira, ardatz biek jasaten dituztelako kargak:

Z ardatza

Oinarrizko karga	Akzioiraunk orak	Akzio aldakorrak				
		Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizegora) (N/mm)	Qk3 (haizeabehera) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N)
Qk1	0,399	0,387	0	0,223	0	0
Qk2	0,399	0	-1,024	0	0	0
Qk3	0,399	0,193	0	0,371	0	0
Qk4	0,399	0,193	0	0,223	0,521	0,990

23. Taula: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioa Z ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizko karga	N/mm	N
Qk1	1,009	0
Qk2	-0,625	0
Qk3	0,964	0
Qk4	1,337	990,268

24. Taula: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza Z ardatzean.

Y ardatza

Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak				
		Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizea gora) (N/mm)	Qk3 (haizeabehera) (N/mm)	Qk4(erb.gaink.) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N)
Qk1	0,056	0,054	0	0	0	0
Qk2	0,056	0	0	0	0	0
Qk3	0,056	0,027	0	0	0	0
Qk4	0,056	0,027	0	0	0,073	0,139

26. Taula: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioa Y ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizko karga	N/mm	N
Qk1	0,110	0
Qk2	0,056	0
Qk3	0,083	0
Qk4	0,156	139,17

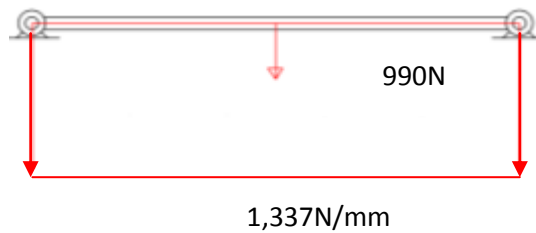
27. Taula: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza Y ardatzean.

Emaitza kaltegarriena Qk4 hipotesiaren konbinazioak sortzen duena da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga hau jasateko diseinatuko direlarik.

Beraz petralei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

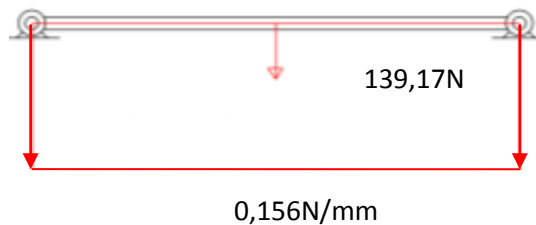
Solido askea:

Z ardatza



24. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Y ardatza:



25. Irudia: Petralean aplikatutako karga Y ardatzean

Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga honek sortzen dituen deformazioak jasateko diseinatuko direlarik.

Jasan dezakeen gezia ondorengo da:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{5000}{2}}{300}$$

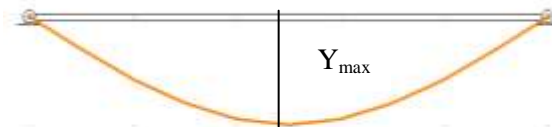
$$Y_{\max} = 16.6 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

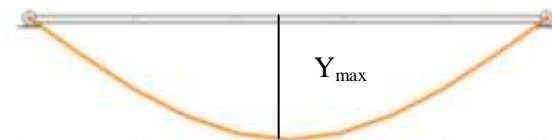
Geziaren diagramak hurrengoak dira:

Z ardatza:



26. Irudia: Petralean aplikatutako kargak Z ardatzean eragindako gezia.

Y ardatza



27. Irudia: Petralean aplikatutako karga Y ardatzean eragindako gezia.

CESPLA-ren arabera petraletako gezi maximoak hurrengoak dira:

Z ardatza:

$$Y = 10,4\text{mm}$$

Y ardatza:

$$Y = 11,9\text{mm}$$

Bete behar da:

Z ardatzean, $Y < Y_{max} \Rightarrow$ Betetzen du.

Y ardatzean, $Y < Y_{max} \Rightarrow$ Betetzen du.

Beraz, UPN 140 perfilak balio du, eta hurrengo kalkuluak perfil honetarako egingo dira.

- **AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Z ardatza

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak Gk1 (N/mm)	Akzioaldakorrak				
		Qk1 (Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea gora) (N/mm)	Qk3 (Haizeabehera) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N)
<u>Qk1</u>	0,538	0,581	0	0,334	0	0
<u>Qk2</u>	0,319	0	-1,537	0	0	0
<u>Qk3</u>	0,538	0,290	0	0,556	0	0
<u>Qk4</u>	0,538	0,290	0	0,334	0,782	1,485

28. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioa Z ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizkokarga	N/mm	N
<u>Qk1</u>	1,454	0
<u>Qk2</u>	-1,218	0
<u>Qk3</u>	1,386	0
<u>Qk4</u>	1,945	1485,402

29. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioen emaitza Z ardatzean.

Y ardatza

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak Gk1 (N/mm)	Akzioaldakorrak				
		Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizeagora) (N/mm)	Qk3 (haizeabehera) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N/mm)	Qk4 (erb.gaink.) (N)
<u>Qk1</u>	0,075	0,081	0	0	0	0
<u>Qk2</u>	0,048	0	0	0	0	0
<u>Qk3</u>	0,075	0,040	0	0	0	0
<u>Qk4</u>	0,075	0,040	0	0	0,109	0.208

30. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioa Y ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizkokarga	N/mm	N
<u>Qk1</u>	0,157	
<u>Qk2</u>	0,044	
<u>Qk3</u>	0,116	
<u>Qk4</u>	0,226	208,759

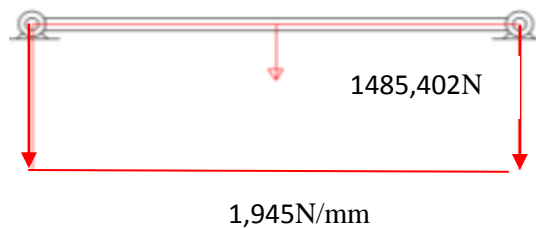
30. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioen emaitza Y ardatzean.

Emaitza kaltegarriena Qk4 hipotesiaren konbinazioak sortzen duen karga banatua da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga hau jasateko diseinatuko direlarik.

Beraz petralei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

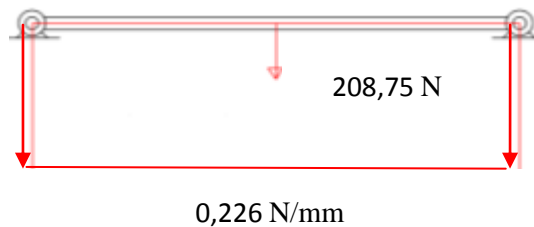
Solido askea:

Z ardatza:



28. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Y ardatza:



29. Irudia: Petralean aplikatutako karga Y ardatzean

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira petraletan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

Z ardatza:

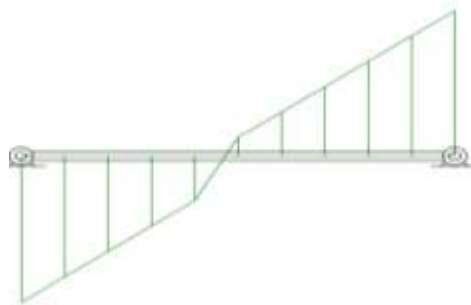
Esfortzu Axiala:



30. Irudia: Petralek jasaten duten N_{Ed} indarnormala.

$$N_{Ed} = 0 \text{ N}$$

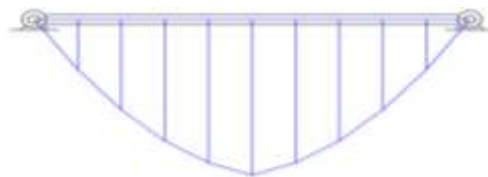
Esfortzu Ebakitzaila:



31. Irudia: Petralek jasaten duten V_{zEd} indar ebakitzaila.

$$V_{zEd} = 5592.5 \text{ N}$$

Momentu makurtzailea:



32. Irudia: Petralek jasaten duten M_{yEd} momentua

$$M_{yEd} = 7918750 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Y ardatza

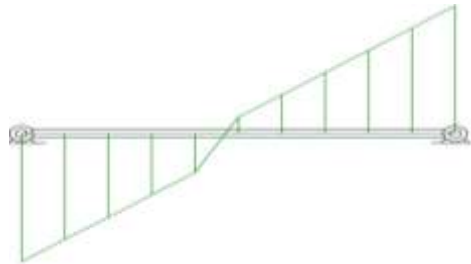
Esfortzu Axiala:



33. Irudia: Petralek jasaten duten N_{Ed} indar normala

$$N_{Ed} = 0 \text{ N}$$

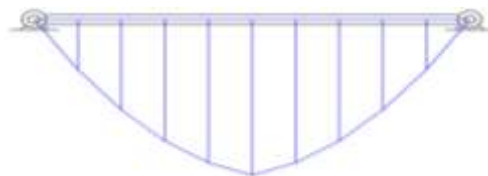
Esfortzu Ebakitzaila:



34. Irudia: Petralek jasaten duten V_{yEd} indar ebakitzaila.

$$V_{yEd} = 444,5 \text{ N}$$

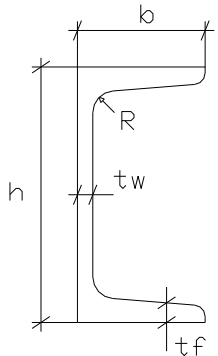
Momentu makurtzailea:



35. Irudia: Irudia: Petralek jasaten duten M_{zEd} momentua

$$M_{zEd} = 642500 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Petralak eraikitzeko UPN 140 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	2040	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$8,64 \cdot 10^4$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$6,05 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$1,03 \cdot 10^5$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$6,27 \cdot 10^5$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$4,00 \cdot 10^4$
	h (mm)	140	t_f (mm)	10
	b (mm)	60	t_w (mm)	7
	r (mm)	10	$I_T(\text{mm}^4)$	$6,02 \cdot 10^4$

37. Irudia: UPN 140 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren Teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\begin{array}{l}
 C = 140 - 2 \cdot 10 = 120 \text{ mm} \\
 t = t_w = 7 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} C \\ t \end{array}} \right\} c/t = 17,14$$

$$72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 72 \cdot 0,92 = 66,559$$

$$17,14 \leq 66,56 \Rightarrow \text{Klasea.}$$

Hegala:

$$\begin{array}{l}
 C = 60 - 7 - 10 = 43 \text{ mm} \\
 t = t_f = 10 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} C \\ t \end{array}} \right\} c/t = 4,3$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,3 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:**Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe**

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $N_{Ed} = 0$ da. Gainera:

$$- M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,03 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,70 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$- M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{zd} = 4,0 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,05 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\frac{7918750}{2,70 \cdot 10^7} + \frac{947500}{1,05 \cdot 10^7} \leq 1$$

$$0,38 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailerik:

Ez da konprobatu behar.

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 8,64 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi^2 210000}{5000^2} 1,132 \cdot 15,86^2 = 2 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Non:

$$C^* = (60 - 10) = 50$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 50 = 16,667 \text{ mm}$$

$$A_f = 16,667 \cdot 7 + 10 \cdot 60 = 716,667 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 10 \cdot 60^3 + \frac{1}{12} \cdot 16,667 \cdot 7^3 = 180476,49 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{180476.49}{716.667}} = 15,86 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_Z} = 1,132 \frac{\pi}{5000} \sqrt{81000 \cdot 6,02 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 6,27 \cdot 10^5} =$$

$$M_{LTV} = 1,80 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(1,8 \cdot 10^7)^2 + (2 \cdot 10^6)^2} = 1,81 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,03 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,8 \cdot 10^7}} = 1,25 \longrightarrow \text{C kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,41$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 0,41 \cdot 1,03 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 7,92 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$7,92 \cdot 10^6 \leq 1,11 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 10 \cdot 2 - 10 \cdot 2 = 100 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 7 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 100 \text{ mm} \\ t = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 14,28$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70 \varepsilon$$

$$14,28 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

4.2 Itxidurako petralen kalkulua:

Itxidurako petralak azpi-mota bitan banatuko dira, luzetarako fatxadako petralak eta fatxada frontaleko petralak

4.2.1 Luzetarako fatxadako petralak:

Petral hauekluzetarakofatxadanjarrikodira sandwich itxurazkopanelakheltzeko.

4.2.1.1 Luzetarako itxidurako petralen ezaugarriak:

- Petralak zutabetik zutabera jarriko dira, eta 5 metroko luzera izango dute.
- Torlojuen bidezko euskarriak izango ditu, beraz petralak euskarri artikulatu bezala kontsideratuko dira kalkuluak egiteko.
- UPN perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- CTE-ren araudiaren arabera gezi maximoa L/300 izan behar da
- Kalkuluak egiteko, egoera kaltegarrienaren menpe dauden petralak erabiliko dira, kasu honetan aukeratzen den perfila, petral guztietara estrapolatuz.

Itxidurarako erabiliko den sandwich itxurako panelak 80 kg-ko kargak eta 3000mm-ko argiak jasateko gaitasuna du.

4.2.1.2 Hipotesietako datuak:

- **Karga iraunkorrak:**

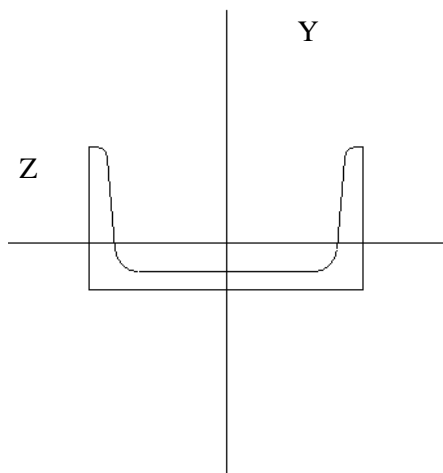
- Itxidura:

- *Sandwich panela:*

$$8,2 \text{ kg/m}^2 + 2 \text{ kg/m}^2 \text{ (torlojuen pisua)} = 10,2 \text{ kg/m}^2$$

Petralak sortzen dituzten habe bakoitzak estalkiaren ondorengo karga jasotzen du:

$$\text{Itxidura(KN/m)} = \frac{0,102 \text{ KN}}{\text{m}^2} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,131 \text{ KN/m}$$

Y ardatza

0,131KN/m

Z ardatza:

0 KN/m

37. Irudia: UPN 140 perfila (Iturria:
ArcelorMittal)

- Petralen perfilak:

Petralak UPN 140 perfila duten habeekin egitea aurreikusi da. Perfil mota honen pisu propioa 0,16KN/m-koa da.

Fatxadetako bakoitzak 7 petral izango ditu, eta hauen arteko distantzia 1,5m-koa izango da.

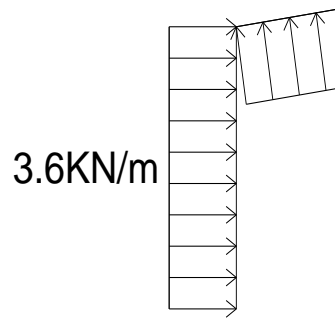
• **Karga aldakorrak**

- Haizea petraletan:

Itxidurako petraletako haize kargak kalkulatzeko, zutabeetako egoera kaltegarrietako haize kargak erabiliko dira, eta prozesua hurrengo eragiketen bidez azaltzen da:

-*Zeharkako haizea:*

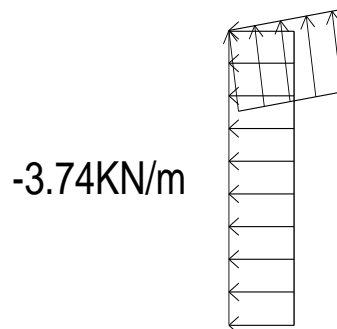
Zeharkako haizeak jotzen duenean presioko kargak dirazutabeetan egoera kaltegarriena sortzen dutenak. Haizearen eragin handiena jasaten duten portikoetako zutabeak 2-tik 6-ra bitartekoak dira, eta hauetan ematen den karga banatuaren balioa hurrengoa da:



38. Irudia: Haizeak erdiko zutabeetan eragiten duen karga

- *Haize frontala:*

Luzetarako haizeak jotzen duenean xurgapenezko kargak dira zutabeetan egoera kaltegarriena sortzen dutenak. Zutabeak 2 AB eta 2BC, eta 3AB eta 3BC dira, eta hauetan ematen den karga banatuaren balioa hurrengoa da:



39. Irudia: Haizeak erdiko zutabeetan eragiten duen karga

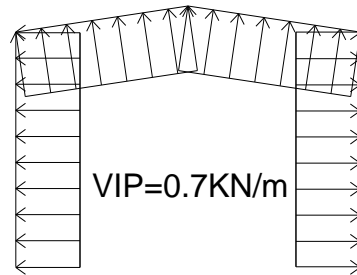
Behin haizearen kanpo akzioen egoera ezberdinek sortzen dituzten karga kaltegarrienak zeintzuk diren definitu eta gero barne akzioek sortutakoak definituko dira:

- Barne akzioak:

Barne presioak edo barne xurgapenak sortzen duten tentsioak, karga banatu bezala aplikatu behar zaie petralei. Karga hauek hipotesietan kanpoko xurgapenarekin eta presioarekin konbinatu behar dira petralentzako konbinazio txarrena zein izan daitekeen jakiteko.

- *Barne presioa:*

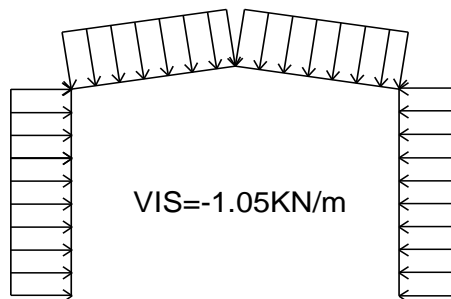
Barne presioak zutabeetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:



40. Irudia: Haizeak Erdiko portikoetan eragiten duen barne presioa.

-Barne xurgapena:

Barne xurgapenak zutabeetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:



41. Irudia: Haizeak erdiko portikoetan eragiten duen barne xurgapena.

Beraz, haizeak petraletan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

Petral guztiak berdinak izango direnez, karga handiena jasan behar duen petralaren balioa bakarrik hartuko da kontutan ondorengo kalkuluak egiteko:

- Haizea barrurantz (Presioa):

$$HB = \frac{(3,6+1,05)KN/m}{5m} \cdot 1,5m = 1,395 \text{ KN/m}$$

- Haizea kanporantz (Xurgapena):

$$HK = \frac{(-3,74-0,7)KN/m}{5m} \cdot 1,5m = -1,32 \text{ KN/m}$$

• ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, petralek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu. Konbinazio karakteristikoa petralak kargak jasan behar dituzten ardatz bietan kalkulatu dira.

Z ardatza

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak	Akzio	aldakorrak
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizeagora) (N/mm)
Qk1	0	1,39	0
Qk2	0	0	-1,32

32. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioa Z ardatzean.

Kalkuluen emaitzak

Oinarrizko karga	N/mm	N
Qk1	1.39	0
Qk2	-1,32	0

33. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza Z ardatzean.

Y ardatza

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak	Akzio	aldakorrak
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (presioa) (N/mm)	Qk2 (sukzioa) (N/mm)
Qk1	0,131	0	0
Qk2	0,131	0	0

34. Taula: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioa Y ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizkokarga	N/mm	N
Qk1	0,131	0
Qk2	0,131	0

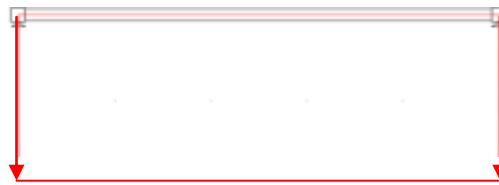
35. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza Y ardatzean.

Emaitza kaltegarriena Qk1 hipotesiaren konbinazioak sortzen duenada. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga hau jasateko diseinatuko direlarik.

Beraz petrarei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

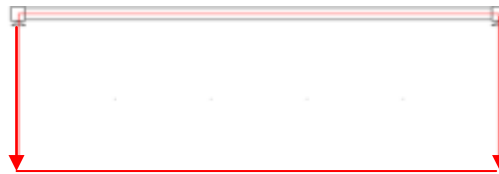
Z ardatza



1,395 N/mm

42. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Y ardatza:



0,131 N/mm

43. Irudia: Petralean aplikatutako karga Y ardatzean

Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga honek sortzen dituen deformazioak jasateko diseinatuko direlarik.

Jasan dezakeen gezia ondorengoa da:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{5000}{2}}{300}$$

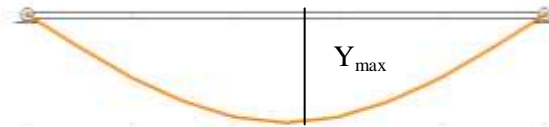
$$Y_{\max} = 16.66 \text{ mm}$$

Geziaren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

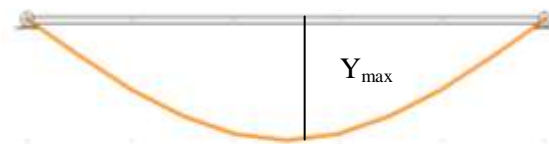
Geziaren diagramak hurrengoak dira:

Z ardatza:



44. Irudia: Petralean aplikatutako kargak Z ardatzean eragindako gezia.

Y ardatza



45. Irudia: Petralean aplikatutako kargak Y ardatzean eragindako gezia.

CESPLA-ren arabera petraletako gezi maximoak hurrengoak dira:

Z ardatza:

$$Y = 12,2 \text{ mm}$$

Y ardatza:

$$Y = 0,865 \text{ mm}$$

Bete behar da:

Z ardatzean, $Y < Y_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

Y ardatzean, $Y < Y_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

Beraz, UPN 140 perfilak balio du, eta hurrengo kalkuluak perfil honetarako egingo dira.

- **AEL (Azken Egoera Limita)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Z ardatza

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak	Akzio	aldakorrak
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizeagora) (N/mm)
Qk1	0	1,883	0
Qk2	0	0	-1,782

35. Taula:: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioen emaitza Z ardatzean

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizkokarga	N/mm	N
Qk1	1.883	0
Qk2	-1.782	0

36. Taula:: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioa Z ardatzean.

Y ardatza

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak	Akzio	aldakorrak
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizeagora) (N/mm)
Qk1	0,393	0	0
Qk2	0,393	0	0

37. Taula:: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioa Y ardatzean

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizko karga	N/mm	N
Qk1	0,393	0
Qk2	0,393	0

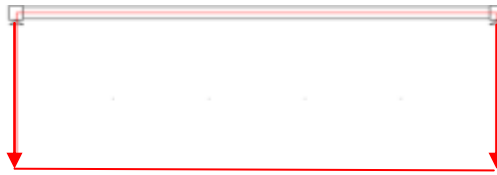
38. Taula:: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioen emaitza Y ardatzean

Emitza kaltegarriena Qk1 hipotesiaren konbinazioak sortzen duena da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko korrea guztiak karga hau jasateko diseinatuko direlarik.

Beraz petralei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

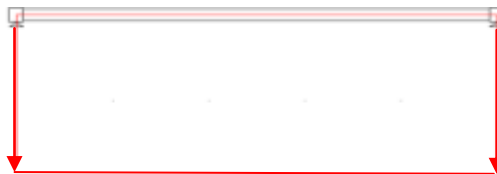
Z ardatza:



1,883N/mm

46. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Y ardatza:



0,393 N/mm

47. Irudia: Petralean aplikatutako karga Y ardatzean

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira petraletan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

Z ardatza:

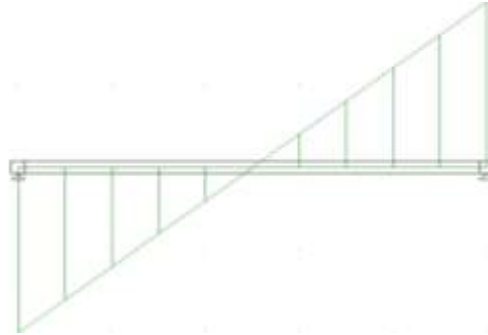
Esfortzu Axiala:



48. Irudia: Petralek jasaten duten N_{Ed} indar normala.

$$N_{Ed} = 0 \text{ N}$$

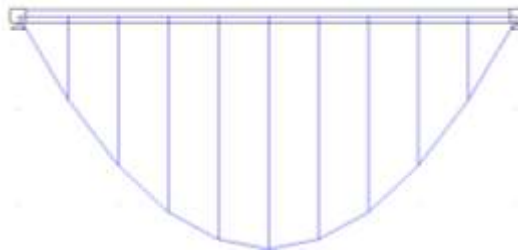
Esfortzu Ebakitzaila:



49. Irudia: Petralek jasaten duten V_{zEd} indar ebakitzaila

$$V_{zEd} = 4700 \text{ N}$$

Momentu makurtzailea:



50. Irudia: Petralek jasaten duten M_{yEd} momentua

$$M_{yEd} = 5875000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Y ardatza

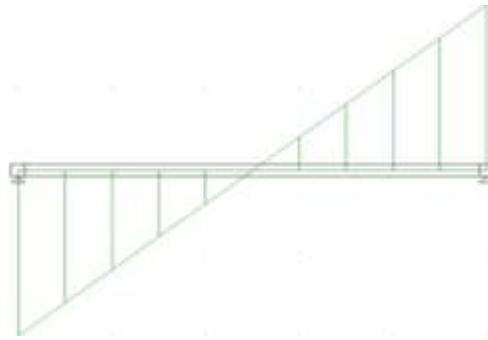
Esfortzu Axiala:



51. Irudia: Petraiek jasaten duten N_{Ed} indar normala.

$$N_{Ed} = 0 \text{ N}$$

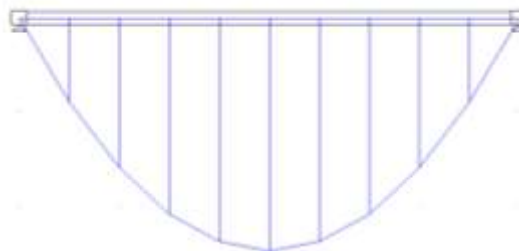
Esfortzu Ebakitzailea:



52. Irudia: Petraiek jasaten duten V_{yEd} indar ebakitzailea

$$V_{yEd} = 970 \text{ N}$$

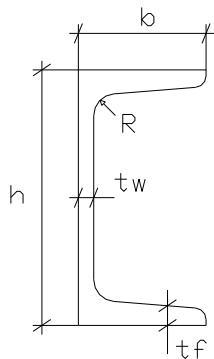
Momentu makurtzailea:



53. Irudia: Petraiek jasaten duten M_{zEd} momentua

$$M_{zEd} = 1218750 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Zutabea eraikitzeko UPN 140 perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	2040	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$8,64 \cdot 10^4$
$I_y(\text{mm}^4)$	$6,05 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$1,03 \cdot 10^5$
$I_z(\text{mm}^4)$	$6,27 \cdot 10^5$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$4,00 \cdot 10^4$
h (mm)	140	t_f (mm)	10
b (mm)	60	t_w (mm)	7
r (mm)	10	$I_T(\text{mm}^4)$	$6,02 \cdot 10^4$

54. Irudia: UPN 140 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 140 - 2 \cdot 10 = 120 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 7 \text{ mm}$$

$$c/t = 17,14$$

$$72 \cdot \varepsilon \rightarrow 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 72 \cdot 0,92 \rightarrow 66,559$$

$$17,14 \leq 66,56 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = 60 - 7 - 10 = 43 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 10 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,3$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,3 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar dira:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $N_{Ed} = 0$ da. Gainera:

- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,03 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,70 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{zd} = 4,00 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,05 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{5875000}{2,70 \cdot 10^7} + \frac{1218750}{1,05 \cdot 10^7} \leq 1$$

$$0,33 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailerik:

Ez da konprobatu behar.

Alboko gilborda:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 8,64 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi^2 210000}{5000^2} 1,132 \cdot 15,86^2 = 2 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C_1 = (60 - 10) = 50$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 50 = 16,667 \text{ mm}$$

$$A_f = 16,667 \cdot 7 + 10 \cdot 60 = 716,667 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 10 \cdot 60^3 + \frac{1}{12} \cdot 16,667 \cdot 7^3 = 180476,49 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{180476,49}{716,667}} = 15,86 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_Z} = 1,132 \frac{\pi}{5000} \sqrt{81000 \cdot 6,02 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 6,27 \cdot 10^5} = 1,80 \cdot 10^7 \text{ mm}$
- $M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(1,8 \cdot 10^7)^2 + (2 \cdot 10^6)^2} = 1,81 \cdot 10^7 \text{ mm}$
- $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,03 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,8 \cdot 10^7}} = 1,25 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,41$
- $M_{b,Rd} = 0,411 \cdot 0,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$
- $M_{Ed} = 5,875 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

Betebehar da:

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

$$5,875 \cdot 10^6 \leq 1,11 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 10 \cdot 2 - 10 \cdot 2 = 100 \text{ mm} \\ t = t_w = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 14,28$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Betebehar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70 \varepsilon$$

$$14,28 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Aurreko kalkuluetan ikus bezala petralak egiteko aukeratu diren perfilek, CTE DB- SE -ek ezartzen dituen baldintzak betetzen dituzte.

4.2.2 Aurreko eta atzeko fatxadetako petralak

Petral hauek eraikinaren aurreko eta atzeko fatxadan jarriko dira, hau da haizearen indarra eusteko portikoetan, sandwich itxurazko panelak heltzeko.

4.2.2.1 Fatxadako itxidurako petralen ezaugarriak:

- 6,5m-ko petralak jarriko dira zutabeen artean.
- Torlojuen bidezko euskarriak izango ditu, beraz petralak euskarri artikulatu bezala kontsideratuko dira kalkuluak egiteko.
- UPN perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- CTE-ren araudiaren arabera gezi maximoa $L/300$ izan behar da
- Kalkuluak egiteko, egoera kaltegarrienaren menpe dauden petralak erabiliko dira, kasu honetan aukeratzen den perfila, itxidura guztirako erabiliko da.

Itxidurarako erabiliko den sandwich itxurako panelak 80 kg-ko kargak eta 3000 mm-ko argiak jasateko gaitasuna du.

4.2.2.2 Hipotesietako datuak:

- **Karga iraunkorrak:**

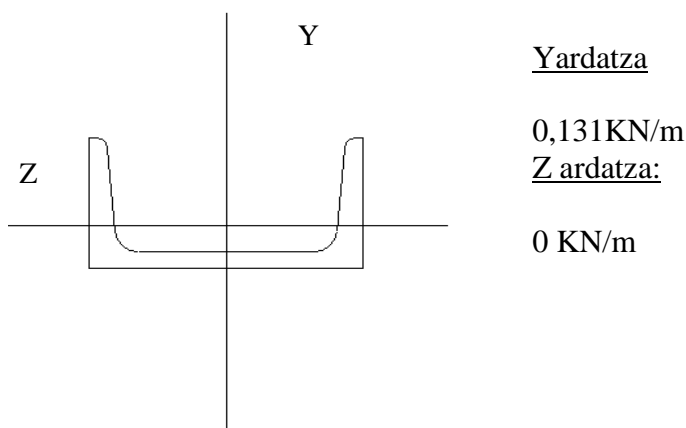
- Itxidura:

- *Sandwich panela:*

$$8,2 \text{ kg/m}^2 + 2 \text{ kg/m}^2 \text{ (torlojuen pisua)} = 10,2 \text{ kg/m}^2$$

Petralek sortzen dituzten habe bakoitzak estalkiaren ondorengo karga jasotzen du:

$$\text{Itxidura (KN/m)} = \frac{0,102 \text{ KN}}{\text{m}^2} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,131 \text{ KN/m}$$



55. Irudia: UPN 140 perfila (Iturria: ArcelorMittal)

Petralak UPN 140 perfila duten habeekin egitea aurreikusi da. Perfil mota honen pisu propioa $0,16\text{KN/m}$ -koa da.

Fatxadetako bakoitzak 7 petral izango ditu, eta hauen arteko distantzia $1,5\text{m}$ -koa izango da.

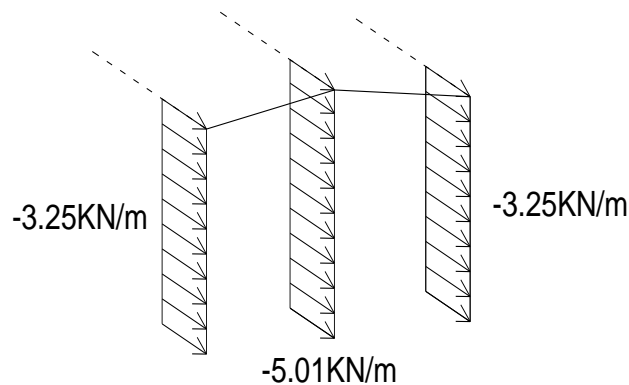
- **Karga aldakorrak**

- Haizea petraletan:

Fatxadetako Itxidurako petraletako haize kargak kalkulatzeko, zutabeetako egoera kaltegarrietako kargak erabiliko dira:

- *Zeharkako haizea:*

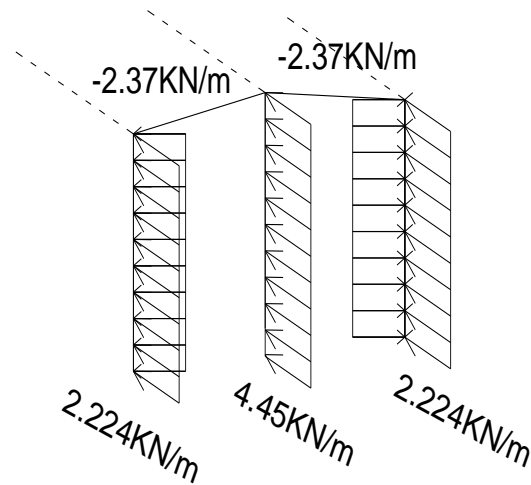
Zeharkako haizeak jotzen duenean xurgapenezko kargak dira 1 eta 7 portikoetako zutabeetan egoera kaltegarriena sortzen duena:



56. Irudia: Zeharkako haizeak zutabe hastialetan eragiten duen haize karga.

- *Haize frontala:*

Luzetarako haizeak jotzen duenean presioko kargak dira 1 eta 7 portikoetako zutabeetan egoera kaltegarriena sortzen dutenak:



57. Irudia: Luzetarako haizeak zutabe hastialetan eragiten duen haize karga.

- Barne akzioak:

Barne presioak edo barne xurgapenak sortzen duten tentsioak, karga banatu bezala aplikatu behar zaie petralei. Karga hauek konbinazioen hipotesietan kanpoko xurgapenarekin eta presioarekin konbinatu behar dira petralentzako konbinazio txarrena zein izan daitekeen jakiteko.

- *Barne presioa:*

Barne presioak zutabeetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:

$$VIP_{A \text{ eta } C \text{ zut}} = -0,455 \text{ KN/m}$$

$$VIP_{B \text{ zut}} = -0,91 \text{ KN/m}$$

- *Barne xurgapenak:*

Barne xurgapenak zutabeetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:

$$VIS_{A \text{ eta } C \text{ zut}} = 0,685 \text{ KN/m}$$

$$VIS_{B \text{ zut}} = 1,365 \text{ KN/m}$$

Beraz, haizeak petraletan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

Petral guztiak berdinak izango direnez, karga handiena jasan behar duen petralaren balioa bakarrik hartuko da kontutan ondorengo kalkuluak egiteko:

Haizea barrurantz (Presioa):

$$\left. \begin{aligned}
 HB_{A \text{ eta } C \text{ Zut}} &= \frac{(2.224+0.685)KN/m}{3.25m} \cdot 1,5m = 1,33 \text{ KN/m} \\
 HB_{B \text{ zut}} &= \frac{(4.445+1.365)KN/m}{6.5m} \cdot 1,5m = 1,34 \text{ KN/m}
 \end{aligned} \right\} \frac{1.335 \cdot 3.25 \cdot 2 + 1.34 \cdot 6.5}{3.25 \cdot 2 + 6.5} = 1,3 \text{ KN/m}$$

Haizea kanporantz (Xurgapena):

$$\left. \begin{aligned}
 HK_{A \text{ eta } C \text{ Zut}} &= -\frac{(3,025+0,68)KN/m}{3,25m} \cdot 1,5m = -1,71 \text{ KN/m} \\
 HB_{B \text{ zut}} &= -\frac{(5,095+0,91)KN/m}{6,5m} \cdot 1,5m = -1,36 \text{ KN/m}
 \end{aligned} \right\} \frac{-(1,71 \cdot 3,25 \cdot 2) - (1,36 \cdot 6,5)}{3,25 \cdot 2 + 6,5} = 1,53 \text{ KN/m}$$

- ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, petralek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu. Konbinazio karakteristikoa petralak kargak jasan behar dituzten ardatz bietan kalkulatzeko dira.

Z ardatza:

Oinarrizkokarga	Akzioiraunkorrak	Akzio	aldakorrak
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizeagora) (N/mm)
<u>Qk1</u>	0	1,335	0
<u>Qk2</u>	0	0	-1,53

39. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioa Z ardatzean.

Kalkuluen emaitzak

Oinarrizko karga	N/mm	N
<u>Qk1</u>	1,335	0
<u>Qk2</u>	-1.53	0

40. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza Z ardatzean.

Y ardatza

Oinarrizko arga	Akzioiraunk orrak	Akzio	aldakorrak
		Qk1 (presioa) (N/mm)	Qk2 (sukzioa) (N/mm)
<u>Qk1</u>	0,297	0	0
<u>Qk2</u>	0,297	0	0

41. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioa Y ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

Oinarrizko karga	N/mm	N
<u>Qk1</u>	0,291	0
<u>Qk2</u>	0,291	0

42. Taula:: Estalkiko petralen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza Y ardatzean

Emaitza kaltegarriena Qk1 hipotesiaren konbinazioak sortzen duena da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga hau jasateko diseinatuko direlarik.

Beraz petralei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

Z ardatza



-1.53 N/mm

58. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Yardatza:



0,291 N/mm

59. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga honek sortzen dituen deformazioak jasateko diseinatuko direlarik.

Jasan dezakeen gezia ondorengo da:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{6500}{2}}{300}$$

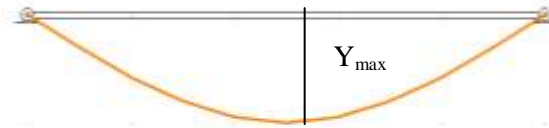
$$Y_{\max} = 21,66 \text{ mm}$$

Geziaren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

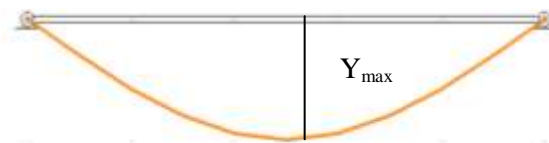
Geziaren diagramak hurrengoak dira:

Z ardatza:



60. Irudia: Petralean aplikatutako kargak Z ardatzean eragindako gezia.

Y ardatza



61. Irudia: Petralean aplikatutako kargak y ardatzean eragindako gezia.

CESPLA-ren arabera petraletako gezi maximoak hurrengoak dira:

Z ardatza:

$$Y = 12,6 \text{ mm}$$

Y ardatza:

$$Y = 20.2 \text{ mm}$$

Bete behar da:

Z ardatzean, $Y < Y_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

Y ardatzean, $Y < Y_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

Beraz, UPN 140 perfilak balio du, eta hurrengo kalkuluak perfil honetarako egingo dira.

- **AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Z ardatza

<u>Oinarrizkokarga</u>	<u>Akzioiraunkorrak</u>	<u>Akzio</u>	<u>aldakorrak</u>
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea gora) (N/mm)
<u>Qk1</u>	0	1,883	0
<u>Qk2</u>	0	0	-1,782

43. Taula:: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioa Z ardatzean

Kalkuluen emaitzak:

<u>Oinarrizkokarga</u>	<u>N/mm</u>	<u>N</u>
<u>Qk1</u>	1,883	0
<u>Qk2</u>	-1,782	0

44. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioaren emaitzak Z ardatzean

Y ardatza

<u>Oinarrizkokarga</u>	<u>Akzioiraunkorrak</u>	<u>Akzio</u>	<u>aldakorrak</u>
	Gk1 (N/mm)	Qk1 (elurra) (N/mm)	Qk2 (haizeagora) (N/mm)
<u>Qk1</u>	0,393	0	0
<u>Qk2</u>	0,393	0	0

45. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioak Y ardatzean.

Kalkuluen emaitzak:

<u>Oinarrizko karga</u>	<u>N/mm</u>	<u>N</u>
<u>Qk1</u>	0,393	0
<u>Qk2</u>	0,393	0

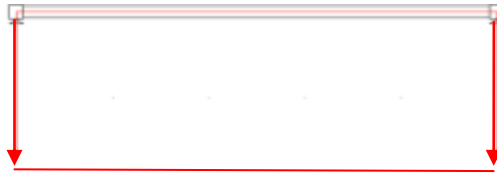
46. Taula: Estalkiko petralen AEL hipotesi konbinazioaren emaitzak Y ardatzean.

Emaitza kaltegarriena Qk1 hipotesiaren konbinazioak sortzen duena da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, estalkiko petral guztiak karga hau jasateko diseinatuko direlarik.

Beraz petralei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

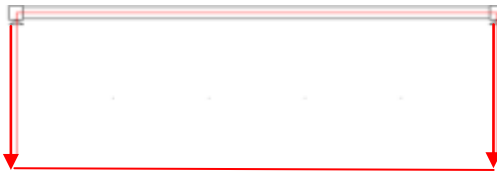
Z ardatza:



2,065 N/mm

62. Irudia: Petralean aplikatutako karga Z ardatzean

Y ardatza:



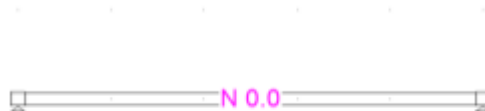
0,393 N/mm

63. Irudia: Petralean aplikatutako karga Y ardatzean

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira petraletan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

Z ardatza:

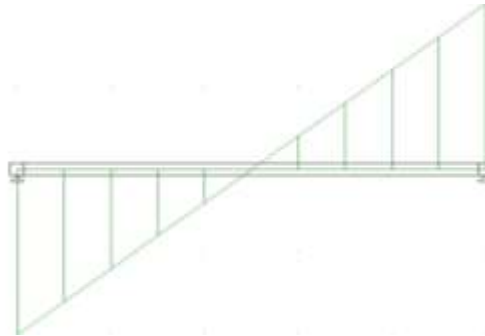
Esfortzu Axiala:



64. Irudia: Petralek jasaten duten N_{Ed} indar normala.

$N_{Ed} = 0 \text{ N}$

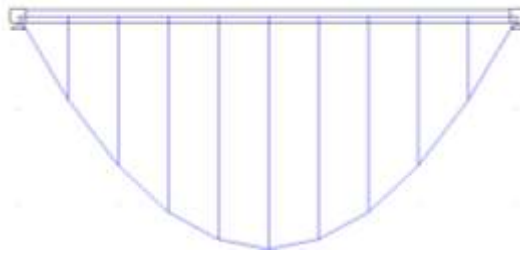
Esfortzu Ebakitzaila:



65. Irudia: Petralek jasaten duten V_{zEd} indar normala.

$$V_{zEd} = 6712,88 \text{ N}$$

Momentu makurtzailea:



66. Irudia: Petralek jasaten duten V_{zEd} indar normala.

$$M_{yEd} = 10908400 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Y ardatza

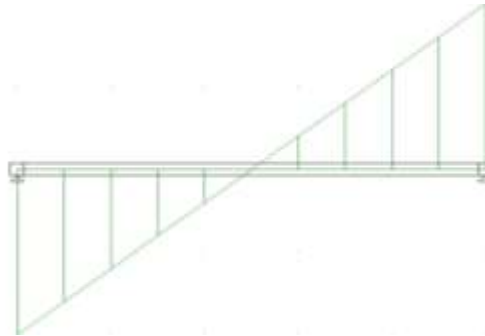
Esfortzu Axiala:



64. Irudia: Petralek jasaten duten N_{Ed} indar normala

$$N_{Ed} = 0 \text{ N}$$

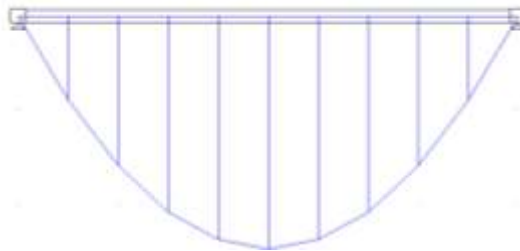
Esfortzu Ebakitzaila:



65. Irudia: Petraiek jasaten duten V_{yEd} indar ebakitzaila.

$$V_{yEd} = 1637 \text{ N}$$

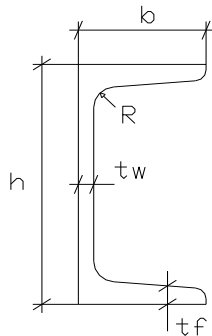
Momentu makurtzailea:



66. Irudia: Petraiek jasaten duten M_{zEd} momentua.

$$M_{zEd} = 2659110 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Habea eraikitzeko UPN 180 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	2800	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$150 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$13,5 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$179 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$1,14 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$62,4 \cdot 10^3$
	h (mm)	180	t_f (mm)	11
	b (mm)	70	t_w (mm)	8
	r (mm)	11	$I_T(\text{mm}^4)$	$9,55 \cdot 10^4$

67. Irudia: UPN 180 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\begin{array}{l}
 C = 180 - 2 \cdot 11 = 158 \text{ mm} \\
 t = t_w = 8 \text{ mm} \\
 1,72 \cdot \varepsilon \rightarrow 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 72 \cdot 0,92 \rightarrow 66,559
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} c/t = 19,75$$

$$19,75 \leq 66,56 \Leftrightarrow \text{Klasea}$$

Hegala:

$$\begin{array}{l}
 C = 70 - 8 - 11 = 51 \text{ mm} \\
 t = t_f = 11 \text{ mm} \\
 9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} c/t = 4,6$$

$$4,6 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $N_{Ed} = 0$ da. Gainera:

- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,79 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 4,68 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{zd} = 6,24 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,63 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{10908400}{4,68 \cdot 10^7} + \frac{2659110}{1,63 \cdot 10^7} \leq 1$$

$$0,39 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar.

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 1,50 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi^2 210000}{5000^2} 1.132 \cdot 15.86^2 = 4,78^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C = (70 - 11) = 59$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 59 = 19.667 \text{ mm}$$

$$A_f = 19.667 \cdot 7 + 11 \cdot 70 = 927.667 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 11 \cdot 70^3 + \frac{1}{12} \cdot 19.667 \cdot 8^3 = 315255.49 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{315255.49}{927.33}} = 18.43 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1.132 \frac{\pi}{5000} \sqrt{81000 \cdot 6.02 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 1,14 \cdot 10^6} =$

$$M_{LTV} = 3,06 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

- $M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2} = \sqrt{(3,06 \cdot 10^7)^2 + (4,78 \cdot 10^6)^2} = 1,81 \cdot 10^7 \text{ mm}$
- $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,79 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,81 \cdot 10^7}} = 1,26 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,41$
- $M_{b,Rd} = 0,41 \cdot 1,79 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,92 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$
- $M_{Ed} = 10,91 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

Betebehar da:

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

$$10,91 \cdot 10^6 \leq 1,11 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_r \cdot 2 - r \cdot 2 = 180 - 11 \cdot 2 - 11 \cdot 2 = 100 \text{ mm} \\ t = t_w = 8 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 17$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$17 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Aurreko kalkuluetan ikus bezala petralak egiteko aukeratu diren perfilak, CTE DB- SE -ek ezartzen dituen baldintzak betetzen dituzte.

Behin estalkiko eta itxidurako petraletako perfilak aukeratu eta gero, portikoak osatzeko beharrezko perfilak aukeratu dira jarraian azaltzen diren kalkuluen bidez.

4.3 Portikoen kalkuluak:

Atal honetan egitura osatzen duten portiko ezberdinak eta portikoa bera osatzen duten elementuen kalkuluak jorratuko dira, ala nola, jazenak, zutabeak etab.

4.3.1 - Erdiko portikoak:

Erdiko portikoek eraikinaren egitura printzipala osatuko dute. Egitura honek eraikinak eutsi behar dituen karga aldakorrak eta karga finkoak jasan beharko ditu CTE DB-SE araudiak betez.

4.3.1.1- Portikoen ezaugarriak:

Zutabeak:

- Zutabeen luzera 9m-takoa izango da.
- Zutabeen eta jazenen arteko lotura, lotura zurruna izango da.
- HEB perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- “Eurocodearen” arabera garabi-zubia ez duten eraikin industrialek H/150- eko deformazio bertikala izan behar dute gehienez.
- Kalkuluak egiteko, egoera kaltegarrienaren menpe dauden portikoak erabiliko dira, kasu honetan aukeratzen den perfila, 2 eta 6 portikoen arteko portikoak egiteko erabiliko diren perfilak izango dira.

Jazenak:

- Jazenak 8°-ko inklinazioa izango dute, zutabeekin 9m-ko altueran lotura izanik, eta hauen altuera maximoa 10m-tan izanik portikoaren erdiko puntuan.
- Jazenak erdiko puntuan lotura izango dute. Luzera osoa 13m-koa izango bada ere, erdiko puntuan lotura zurrunaren bidez lotuko dira.
- IPE perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.

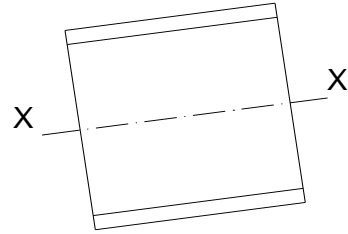
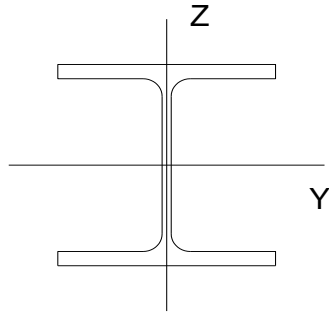
Portikoaren zutabeak diseinatzeko, honek jasan behar dituen kargak ezagutu behar dira. Portikoa habe batez eta bi zutabez osatutako elementua da. Portikoko zutabea diseinatu ahal izateko jazenaren perfila zein izango den ezagutu behar da, batez ere, honek izango duen pisua zein den jakiteko.

4.3.1.2 - Jazenen aurre-dimentsionaketaren irizpidea:

Lehenengo eta behin jazenen perfilen aukeraketa egiten da. Hau da, jazenen funtzioa egingo duten profilek CTE DB-SE –ko araudia betetzen dutela ziurtatuko da. Horretarako kargak jazenei bakarrik jarriko zaizkie, hauek jasaten dituzten kargak jazenetan nolako eragina duten konprobatzeko, eta ondorioz jazenen perfilen aurre-dimentsionaketa eginez.

4.3.1.3 - Hipotesietako datuak:

- **Karga iraunkorrak:**



68. Irudia:HEB 240 perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Estalkia:

Estalkiaren pisua $0,18\text{KN/m}^2$ -koa da

Z ardatza:

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot \cos(8) = 0,89\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot \sin(8) = 0,125\text{KN/m}$$

- Estalkietako petralak:

UPN 140 perfilaren pisua: $0,16\text{KN/m}$

Z ardatza:

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot 6 \text{ petral} \cos(8) = 3,52\text{KN/m}$$

X ardatza

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot 6 \cdot \sin(8) = 0,48\text{KN/m}$$

- Ke erauzgailua:

Zardatza

$$0,12 \cdot \cos(8) = 0,12\text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,12 \cdot \sin(8) = 0,01 \text{ KN/m}$$

- Jazenak

Jazenen aurre-dimentsionaketa egiteko HEB240 perfilak erabiliko dira.

HEB 240 perfilaren pisua: 0,832KN/m

Zardatza

$$0,832 \cdot \cos(8) = 0,82 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

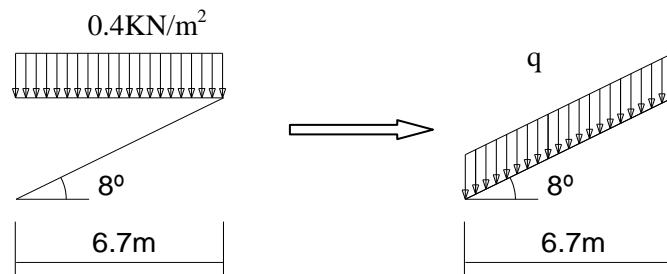
$$0,832 \cdot \sin(8) = 0,11 \text{ KN/m}$$

- **Karga aldakorrak:**

- Erabilpen gainkarga:

- *Uniformeki banatutako karga:*

Karga honen balioa $0,4 \text{ KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



69. Irudia Erabilpen gainkargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7\text{m} = q \cdot \frac{6,7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,39 \text{ KN/m} \cdot \cos(8^\circ) \cdot 5 \text{ m} = 1,93 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

$$0,39 \text{ KN/m} \cdot \sin(8^\circ) \cdot 5 \text{ m} = 0,27 \text{ KN/m}$$

- Karga puntuala:

Karga honen balioa 1 KN -ekoa da.

Z ardatza:

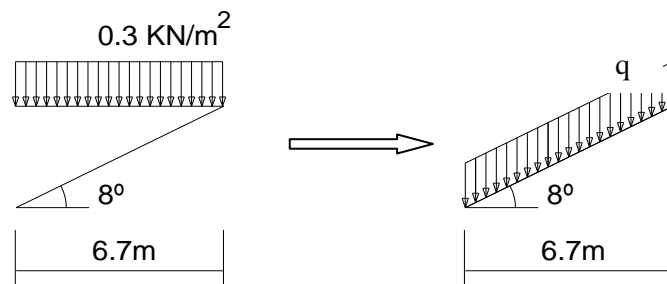
$$1 \text{ KN} \cdot \cos(8^\circ) = 0,99 \text{ KN}$$

X ardatza:

$$1 \text{ KN} \cdot \sin(8^\circ) = 0,13 \text{ KN}$$

Elurra:

Karga honen balioa $0,3 \text{ KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



70. Irudia Elurraren kargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0.3 \text{ KN/m}^2 \cdot 6.7 \text{ m} = q \cdot \frac{6.7 \text{ m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0.29 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 5\text{m} = 1,47\text{KN/m}$$

X ardatza:

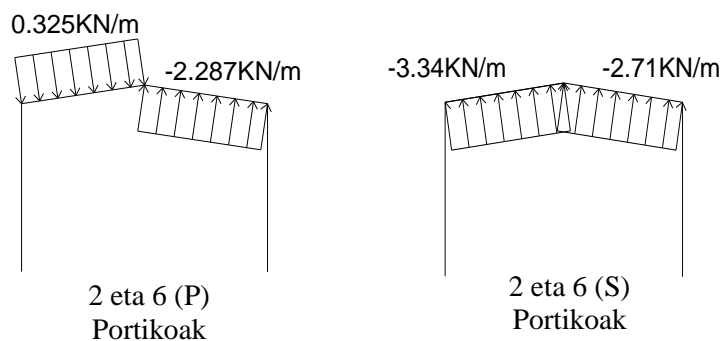
$$0,29\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 5\text{m} = 0,20\text{KN/m}$$

- Haizea jazenetan:

Erdiko portikoetako hipotesi kaltegarriena kalkulatzeko, portikoetako haize egoera kaltegarrienak erabili dira. Hau da, ondorengo kalkuluetan ikusi daitekeen bezala, erdiko portikoetan haizearen kanpoko eraginez sortzen diren kargak (luzetarako eta zeharkako haizeak) eta barneko haizearen eraginez sortzen diren kargak gehituta, balio nagusienak sortzen dituztenak. Ondoren balio handiena edo / eta jazena eta zutabeen bien artean karga diferentzia handiena sortzen duten kargak erabili dira kargen konbinazio hipotesiak egiteko.

- *Zeharkako haizea:*

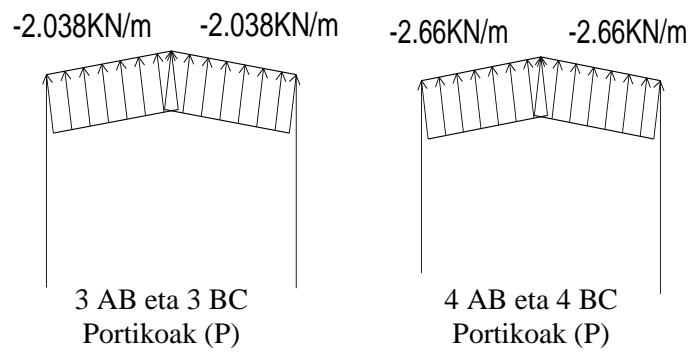
Zeharkako haizeak jotzen duenean presioko kargak dira erdiko portikoetako (2tik 6ra) jazenetan egoera kaltegarriena sortzen duena:



71. Irudia: Zeharkako haizeak jazenetan eragindako karga.

- *Haize frontala:*

Haize frontalak jotzen duenean presioko kargak dira erdiko portikoetako (2tik 6ra) jazenetan egoera kaltegarriena sortzen duena:



72. Irudia: Haize frontalak jazenetan eragindako karga.

- Barne akzioak:

Barne presioak eta barne xurgapenak jazenetan sortzen dituzten kargak hurrengoak dira:

- *Barne presioa:*

Barne presioak jazenetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:

$$VIP = -0,7 \text{ KN/m}$$

-*Barne xurgapena:*

Barne xurgapenak jazenetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:

$$VIS = 1,05 \text{ KN/m}$$

Beraz, haizeak jazenetan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

Jazenetan haize karga handiena suposatzen duten balioak bakarrik hartuko dira kontutan hau da, presioan egoera kaltegarriena eta xurgapenean egoera kaltegarriena:

- *Haizea barrurantz (Presioa):*

$$HB_{1 \text{ Jazena}} = 0,325 + 1,05 = 1,375 \text{ KN/m}$$

$$HB_{2 \text{ Jazena}} = 2,2875 + 1,05 = 1.34 \text{ KN/m}$$

- Haizea kanporantz (suzkioa):

$$HB_{1 \text{ Jazena}} = -3,34 - 0,7 = -4,04 \text{ KN/m}$$

$$HB_{2 \text{ Jazena}} = -2,707 - 0,7 = -3,407 \text{ KN/m}$$

• **ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, jazenek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu.

Z ardatza:

P+VIS egoera:

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
			Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,420	1,470	0,825	0	0
JAZENA2		5,420	1,470	-0,742	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,420	0,735	1,375	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-1,237	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,420	0,735	0,825	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-0,742	1,931	0,990

46. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioa Z norabidean.

Kalkuluen emaitza:

		(N/mm)	Erabilpen gainkarga puntuala(N)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,719	
JAZENA2		6,152	
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,534	
JAZENA2		4,992	
JAZENA1	<u>Qk3</u>	8,915	990,268
JAZENA2		7,348	990,268

47. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean.

X+VIS egoera:

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Gk1 (N/mm)	Qk1 (Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,420	1,471	-2,424	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-2,044	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,420	0,735	-4,04	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-3,407	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,420	0,735	-2,424	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-2,044	1,931	0,990

48. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioa Z norabidean.

Kalkuluen emaitza

		(N/mm eta N)	Erabilpen gainkarga puntuala(N)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	4,470	
JAZENA2		4,847	
JAZENA1	<u>Qk2</u>	2,120	
JAZENA2		2,120	
JAZENA1	<u>Qk3</u>	3,66	990,268
JAZENA2		6,045	990,268

49. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean.

X ardatza:

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak		
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,340	0,206	0	0
JAZENA2		0,340	0,206	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,340	0,103	0	0
JAZENA2		0,340	0,103	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,340	0,103	0,271	0,139
JAZENA2		0,340	0,103	0,271	0,139

50. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak X norabidean

Kalkuluen emaitza:

		Qk3 (Erab.Gaink) (N/mm)	Erabilpen gainkarga puntuala(N)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,547	
JAZENA2		0,547	
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,444	
JAZENA2		0,444	
JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,715	139,173
JAZENA2		0,715	139,173

51. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak X norabidean

**Ondorengo konbinazioek egoera bientzako balio dute, haizeak ez duelako X norabidean eraginik*

Kalkuluen emaitzak:

Haizeak jazenetan presioa eragiten duenean egoera txarrena P+VIS egoeran Qk3 hipotesiaren konbinazioak sortzen duena da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, 2 eta 6 portikoen artean (2 eta 6 portikoak barne) dauden jazenak karga hauek jasateko diseinatuko direlarik.

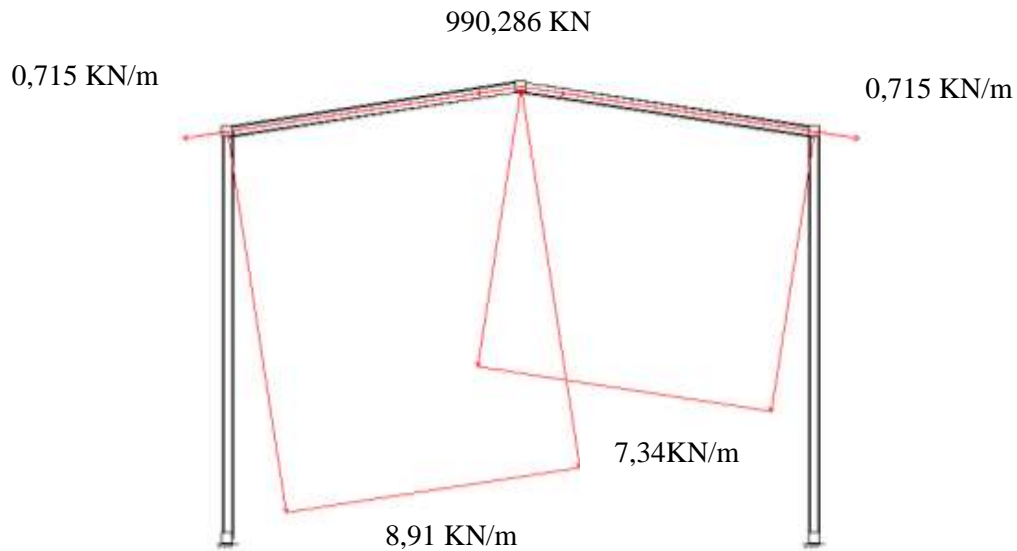
Beraz jazenei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

P+ VIS Qk3 konbinazioa

Z X Ardatzak:

Egituren kalkuluak



73. Irudia: Jazenetan aplikatutako kargak.

Jasan dezakeen gezia ondorengo da:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{13500}{2}}{300}$$

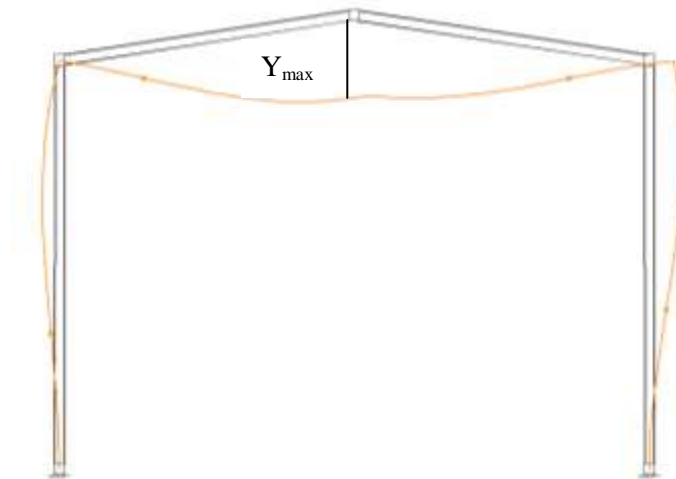
$$Y_{\max} = 45 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

Geziaren diagramak hurrengoak dira:

ZX Ardatzak:



74. Irudia: Aplikatutako kargek jazenetan sortzen duten gezi maximoa-

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoa hurrengoa da:

Z X ardatzak:

Jazenak:

Z ardatza: 30,6 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Y < Y_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

Beraz, aurre-dimentsionaketa egiteko aukeratu den HEB 240 perfilak balio du, eta hurrengo kalkuluak perfil honetarako egingo dira.

- **AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Z ardatza

P+VIS egoera

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	4,286	2,206	1,237	0	0
JAZENA2		4,286	2,206	-1,113	0	0
JAZENA1	Qk2	4,286	0	2,062	0	0
JAZENA2		4,286	0	-1,855	0	0
JAZENA1	Qk3	7,232	1,103	1,237	2,896	1,485
JAZENA2		7,232	1,103	-1,113	2,896	1,485

52. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitzak:

		(N/mm eta N)	Erabilpen gainkarga puntuala(N)
JAZENA1	Qk1	10,676	
JAZENA2		8,325	
JAZENA1	Qk2	9,439	
JAZENA2		9,439	
JAZENA1	Qk3	12,470	1485,402
JAZENA2		10,119	1485,402

53. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean

X+VIP egoera

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1	Qk1(Elurra)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.)	Qk3(Erb.Gaink.)
JAZENA1	Qk1	7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	Qk2	4,286	0	-6,060	0	0
JAZENA2		4,286	0	-5,110	0	0
JAZENA1	Qk3	7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

54. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

Kalkuluen emaitzak:

		(N/mm eta N)	Erabilpen gainkarga puntuala(N)
JAZENA1	Qk1	9,439	0
JAZENA2		9,439	0
JAZENA1	Qk2	-1,774	0
JAZENA2		-0,824	0
JAZENA1	Qk3	11,233	1485,402
JAZENA2		11,233	1485,402

55. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean

X ardatza:

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak		
			Qk1(Elurra)	Qk3(Erb.Gaink.)	Qk3(Erb.Gaink.)
JAZENA1	Qk1	0,459	0,31	0	0
JAZENA2		0,459	0,31	0	0
JAZENA1	Qk2	0,459	0,155	0	0
JAZENA2		0,459	0,155	0	0
JAZENA1	Qk3	0,459	0	0,410	0,187
JAZENA2		0,459	0	0,410	0,187

56. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak X norabidean.

Kalkuluen emaitzak:

		(N/mm eta N)	Erabilpen gainkarga puntuala(N)
JAZENA1	Qk1	0,769	
JAZENA2		0,769	
JAZENA1	Qk2	0,614	
JAZENA2		0,614	
JAZENA1	Qk3	0,869	0,187
JAZENA2		0,869	0,187

57. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak X norabidean

**Ondorengo konbinazioek egoera bientzako balio dute, haizeak ez duelako X norabidean eraginik*

Haizeak jazenetan presioa eragiten duenean egoera txarrena P+VIS egoeran Qk3 hipotesiaren konbinazioak sortzen duena da. Honela ba, ondorengo kalkuluak emaitza honekin egingo dira, 2 eta 6 portikoen artean (2 eta 6 portikoak barne) dauden jazenak karga hauek jasateko diseinatuko direlarik.

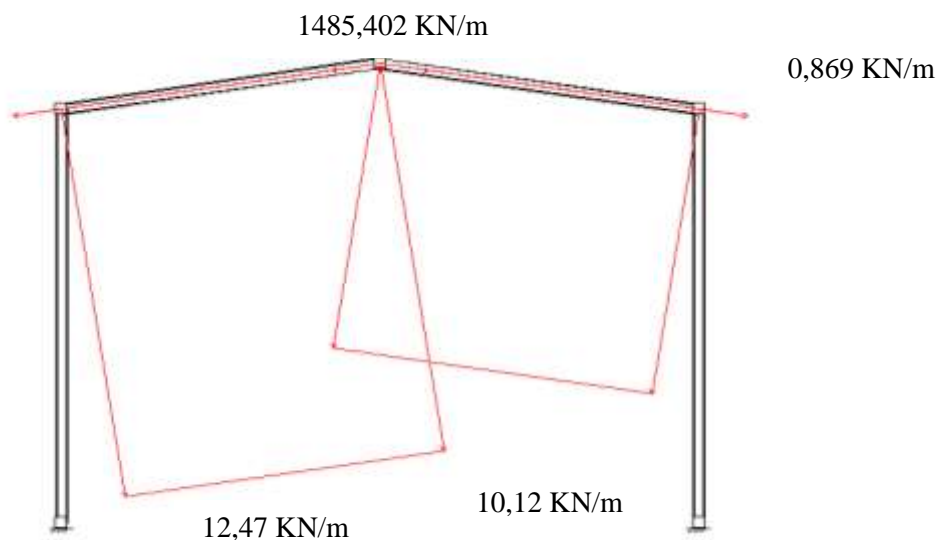
Beraz jazenei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

- P+ VIS Qk3 konbinazioa

ZX Planoa:

0,869 KN/m



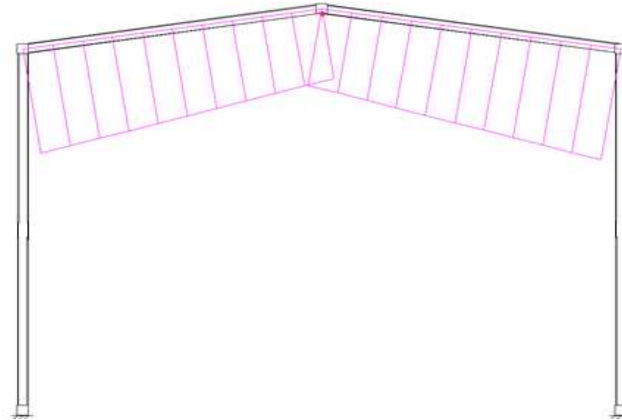
75. Irudia: Jazenetan aplikatutako kargak.

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira jazenetan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

**Ondorengo irudietan zutabeetako balioak guztiz mespretxagarriak dira*

ZX Planoa:

Esfortzu Axiala:



76. Irudia: Aplikatutako kargak jazenetan eragindako N_{Ed} indarrak.

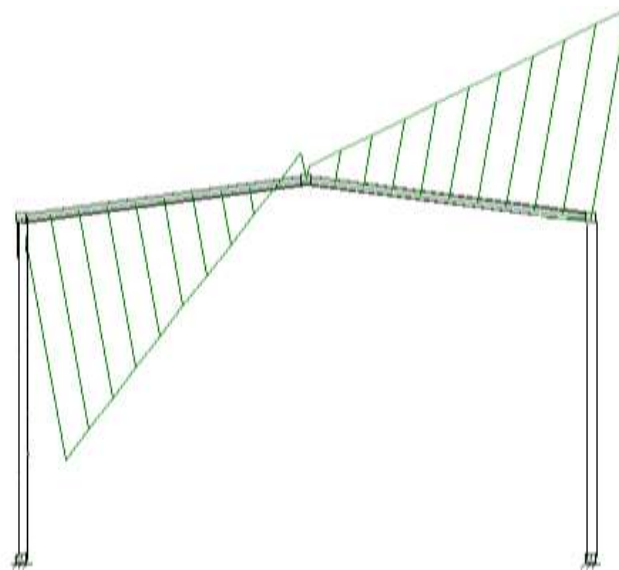
1 Jazena:

N_{Ed} : -20335,6 N

2 Jazena:

N_{Ed} : -21665,4 N

Esfortzu Ebakitzaila:



77. Irudia: Aplikatutako kargak jazenetan eragindako V_{zEd} indarrak.

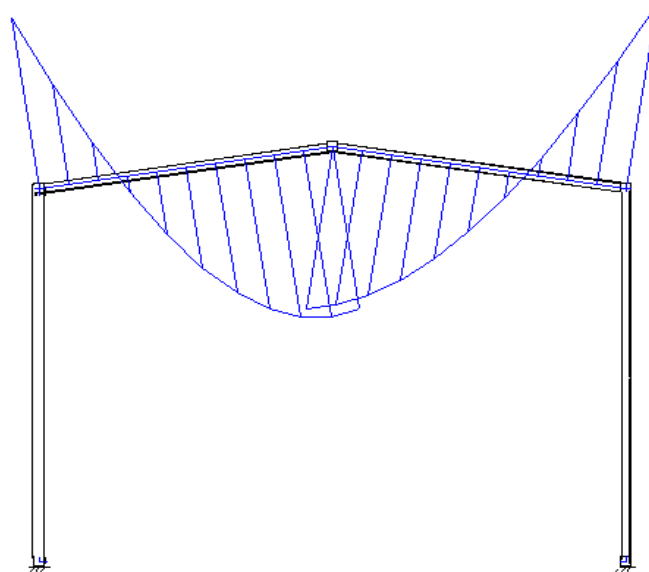
1 Jazena:

V_{zEd} : 50132,8 N

2 Jazena:

V_{zEd} : 43321,4 N

Momentu makurtzailea:



78. Irudia: Aplikatutako kargak jazenetan eragindako M_{yEd} momentuak.

1 Jazena:

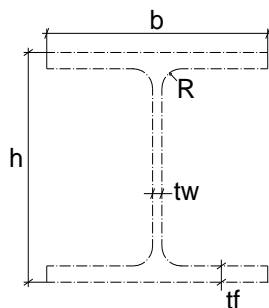
$$M_{yEd}: 75061000 \text{ N mm}$$

2 Jazena:

$$M_{yEd}: 81084700 \text{ N mm}$$

* Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen jazenan oinarrituta egongo dira.

Jazenak eraikitzeko HEB 240 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	10600	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$938 \cdot 10^3$
$I_y(\text{mm}^4)$	$113 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$1050 \cdot 10^3$
$I_z(\text{mm}^4)$	$39,2 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$499 \cdot 10^3$
h (mm)	240	tf (mm)	17
b (mm)	240	tw (mm)	10
r (mm)	21	$I_T(\text{mm}^4)$	$110 \cdot 10^4$

58.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 240 - 2 \cdot 17 = 206 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 10 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = 240 - 2 \cdot 17 = 206 \text{ mm} \\ t = t_w = 10 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 20,6$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C$$

$$N_{Ed} = A \cdot f_y d$$

$$N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_y d$$

$$\left. \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z = 4,13 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{206}{2} + 4,13 = 206 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,52$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,52 - 1} \rightarrow 63,54$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 20,6 \leq 63,54 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{240 - 10 - 2 \cdot 21}{2} = 94 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{240 - 10 - 2 \cdot 21}{2} = 94 \text{ mm} \\ t = t_f = 17 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 5,53$$

$$\left. \begin{array}{l} c/t = 5,53 \\ 5,53 \leq 8,32 \end{array} \right\} \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{fyd}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 4,3 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = Av \cdot \frac{fyd}{\sqrt{3}} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 240 \cdot 10 = 2,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$4,3 \cdot 10^4 \leq 3,6 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 10,50 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{21665,4}{2,78 \cdot 10^6} + \frac{81084700}{2,75 \cdot 10^8} = 3,03 \cdot 10^{-1}$$

$$0,3 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet \quad M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 9,38 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{945^2} 1.132 \cdot 66,44^2 = 1,23 \cdot 10^{10} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C' = 206 \cdot 0,52 = 107,136 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 107,136 = 35,712 \text{ mm}$$

$$A_f = 240 \cdot 17 + 37,08 \cdot 10 = 4450,8 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17 \cdot 240^3 + \frac{1}{12} \cdot 37,08 \cdot 10^3 = 19,59 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{19,59 \cdot 10^6}{4450}} = 66,44 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{1350} \sqrt{81000 \cdot 1,10 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 3,92 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 3,66 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(3,66 \cdot 10^9)^2 + (1,23 \cdot 10^{10})^2} = 6,57 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{6,57 \cdot 10^9}} = 0,209 \quad \longrightarrow \quad C \text{ kurba} \quad \longrightarrow \quad \chi_{LT} = 1$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 8,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$8,11 \cdot 10^7 \leq 2,75 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

59. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 13000 = 6500 \text{ mm}$$

$$i_z = 60,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ mm}$$

$$i_y = 103 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{240}{240} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 17 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{6500}{60,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 1,23 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 0,46$$

$$\lambda_z = \frac{1350}{103} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,15 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,1 - 0,2) \frac{21665,4}{0,46 \cdot 2,78 \cdot 10^6} = 1,02$$

Non:

$$\lambda_y = 1,23$$

$$\chi_y = 0,46$$

$$N_{Ed} = 21665,4 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,87 = 0,79$$

$$M_a = 7,08 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -8,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_a &= 7,08 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h &= -8,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,87 \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{21665,4}{0,46 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,011 \cdot 0,79 \cdot 8,1 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

Egituren kalkuluak

$$0,25 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,15}{(0,79 - 0,25)} \frac{27929,4}{1 \cdot 2,78 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,15$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 21665,4 \text{ N}$$

$$N_{C,Rd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mLT} = c_{my} = 0,79$$

$$\frac{21665,4}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 8,1 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,29 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Egindako kalkuluen arabera aukeratutako HEB 240 perfila jazenaren aurre-dimentsionaketa egiteko aproposa da.

Behin jazenen aurre-dimentsionaketa eginda, aurrerago esan bezala erdikoportikoen dimentsionaketa egiten da. Atal honetan aurre-dimentsionatutako jazena egokia dela konprobatzen da portiko osoaren kargak kontutan izanda.

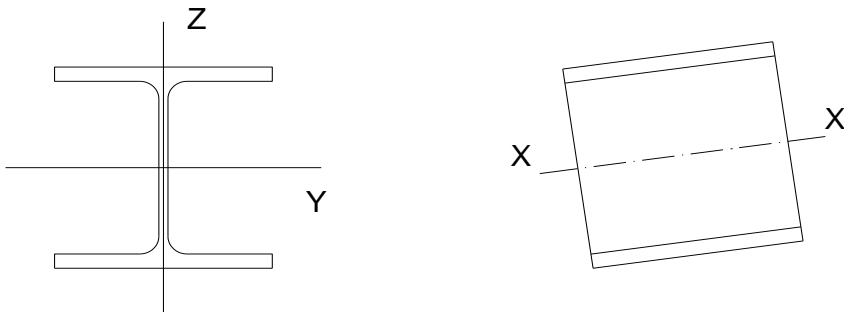
4.3.2 - Erdiko Portikoen dimentsionaketa (1-etik 5-era):

Behin aurre-dimentsionaketa egin eta gero, portikoa karga hipotesi konbinazio kaltegarrienaren menpe jarriko da CTE DB-SE –ko araudia betetzen dutela ziurtatuz, eta portikoa osorik dimentsionatuz aurre-dimentsionatutako jazenen perfilak egokiak direla konprobatuz.

4.3.2.1 - Hipotesietako datuak:

Jazenetan bermatutako kargak:

- Karga iraunkorrak:



79. Irudia: HEB 240 Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Sandwich panela:

Estalkiaren pisua $0,18\text{KN/m}^2$ -koa da

Z ardatza:

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot \cos(8) = 0,89\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot \sin(8) = 0,125\text{KN/m}$$

- Estalkietako petralen perfilak:

UPN 140 perfilaren pisua: $0,16\text{KN/m}$

Z ardatza:

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot 6 \cdot \cos(8) = 3,52\text{KN/m}$$

X ardatza

$$\frac{0,16\text{KN/m}\cdot 5\text{m}}{1,35\text{m}} 6\cdot \text{sen}(8)=0,47\text{KN/m}$$

- Ke erauzgailua:

Z ardatza

$$0,12\cdot \cos(8)=0,12\text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,12\cdot \text{sen}(8)=0,01\text{KN/m}$$

Jazanak egiteko HEB240 perfilak erabiliko dira.

HEB 240 perfilaren pisua: 0,832KN/m

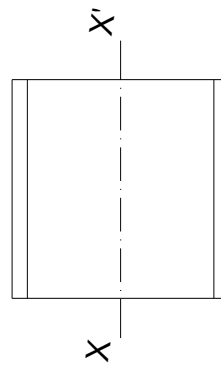
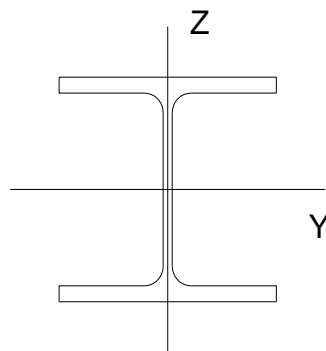
Z ardatza

$$0,832\cdot \cos(8)=0,82\text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,832\cdot \text{sen}(8)=0,11\text{KN/m}$$

Zutabeetan bermatutako kargak:



- 80. Irudia: HEB 260 Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Fatxadako luzetarako korreak:

Korreak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 korren pisua 0,16KN/m

Z ardatza



$$0,16 \cdot \text{KN/m} \cdot 5\text{m} = 0,8 \text{ KN}$$

- Fatxadako Sandwich panela:

Fatxadako itxiduraren pisua $0,102 \text{KN/m}^2$

X ardatza

$$\frac{0,102 \text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot 9\text{m}}{7 \text{ korrea}} = 0,655 \text{KN}$$

Zutabeak egiteko HEB260 perfilak proposatuko dira.

HEB 260 perfilaren pisua: $0,93 \text{KN/m}$

X ardatza

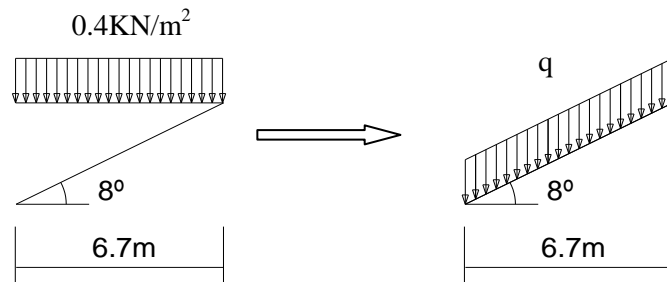
$0,93 \text{ KN/m}$

- **Karga aldakorrak:**

Jazenetan eragiten dituzten kargak:

- Erabilpen gainkarga:
- *Uniformeki banatutako karga:*

Karga honen balioa 0.4KN/m^2 da gainazal horizontalarekiko.



81. Irudia: Erabilpen gainkargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7\text{m} = q \cdot \frac{6,7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 5\text{m} = 1,93 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 5\text{m} = 0,27 \text{ KN/m}$$

- Karga puntuala:

Karga honen balioa 1 KN -ekoa da.

Z ardatza:

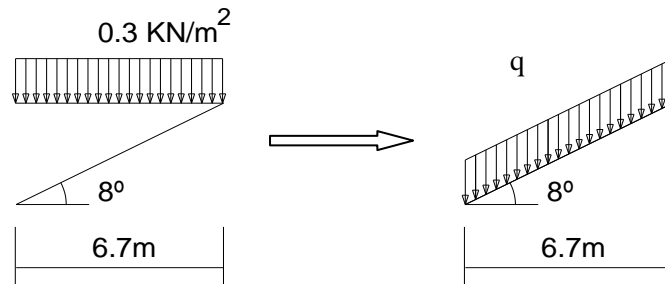
$$1\text{KN} \cdot \cos(8) = 0,99 \text{ KN}$$

X ardatza:

$$1 \text{ KN} \cdot \sin(8) = 0,13\text{KN}$$

- Elurra:

Karga honen balioa 0.3KN/m^2 da gainazal horizontalarekiko.



82. Elur kargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0,3 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7\text{m} = q \cdot \frac{6,7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,29 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 5\text{m} = 1,47 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

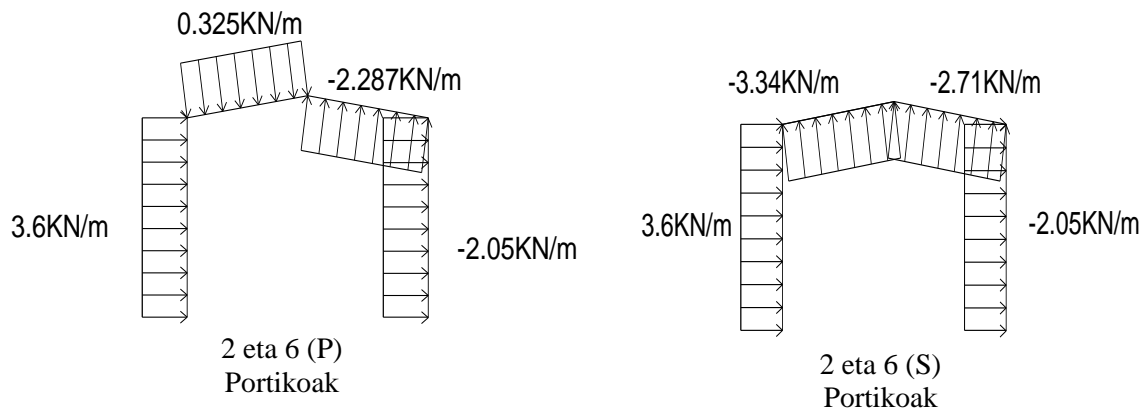
$$0,29\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 5\text{m} = 0,20\text{KN/m}$$

- Haizea Portikoetan:

Erdiko portikoetako hipotesi kaltegarriena kalkulatzeko, portikoetako haize egoera kaltegarrienak erabili dira. Hau da, ondorengo kalkuluetan ikusi daitekeen bezala, erdiko portikoetan haizearen kanpoko eraginez sortzen diren kargak (luzetarako eta zeharkako haizeak) eta barneko haizearen eraginez sortzen diren kargak gehituta, balio nagusienak sortzen dituztenak. Ondoren balio handiena edo / eta portiko bien artean karga diferentzia handiena sortzen duten kargak erabili dira kargen konbinazio hipotesiak egiteko.

Zeharkako haizea:

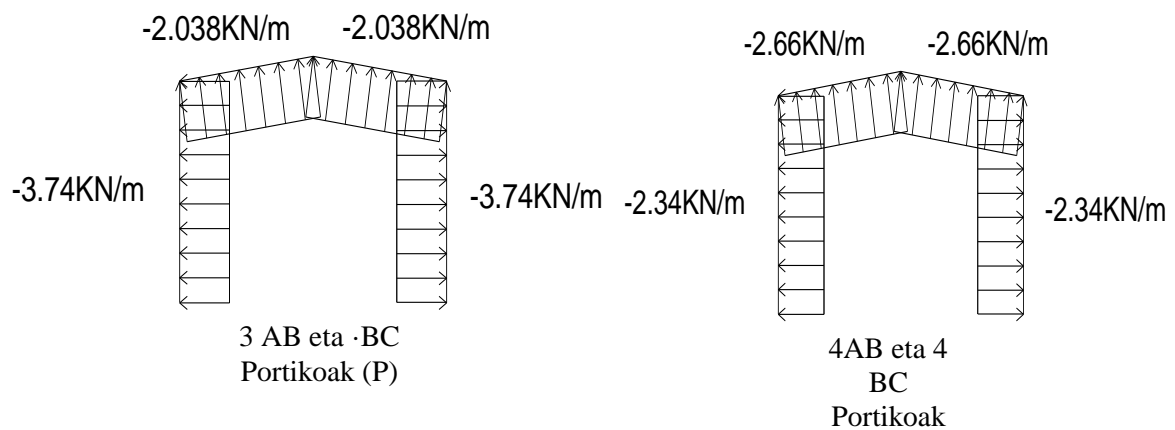
Zeharkako haizeak jotzen duenean presioko kargak dira erdiko portikoetan (2tik 6ra) egoera kaltegarriena sortzen duena:



83. Irudia Zeharkako haizeak portikoetan eragiten duen haize karga.

Haize frontala:

Zeharkako haizeak jotzen duenean presioko kargak dira erdiko portikoetan (2tik 6ra) egoera kaltegarriena sortzen duena:



84. Irudia Haize frontalak portikoetan eragiten duen haize karga.

Barne Akzioak:

Barne presioak eta barne xurgapenak portikoetan sortzen dituzten kargak hurrengoak dira:

-Barne presioa:

Barne presioak portikoetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:

VIP = -0,7 KN/m

-Barne xurgapena:

Barne xurgapenakportikoetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:

$$VIS = 1.05 \text{ KN/m}$$

Beraz, haizeak portikoetan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

Luzetarako haizea:

Presioa + VIS:

$$\text{Jazena}_1 = 0,325 + 1,05 = 1,375 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -2,2875 + 1,0 = -1,237 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_1 = 3,6 + 1,05 = 4,05 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_2 = -2,05 + 1,05 = -1 \text{ KN/m}$$

Presioa + VIP:

$$\text{Jazena}_1 = 0,325 - 0,7 = 0,375 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -2,2875 - 0,7 = -2,987 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_1 = 3,6 - 0,7 = 2,9 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_2 = -2,05 - 0,7 = -2,75 \text{ KN/m}$$

Xurgapena + VIS:

$$\text{Jazena}_1 = 3,34 + 1,05 = -2,29 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -2,707 + 1,05 = -1,657 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_1 = 3,6 + 1,05 = 4,65 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_2 = -2,05 + 1,05 = -1 \text{ KN/m}$$

Xurgapena + VIS

$$\text{Jazena}_1 = -2,707 - 0,7 = -4,04 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -2,707 + 1,05 = -3,407 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_1 = 3,6 - 0,7 = 2,9 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_2 = -2,05 - 0,7 = -2,75 \text{ KN/m}$$

Luzetarako haizea:

3. Portikoa X+ VIP

$$\text{Jazena}_1 = -2,707 - 0,7 = -2,738 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -2,038 - 0,7 = -2,738 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_1 = 3,74 - 0,7 = -4,44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_2 = -3,74 - 0,7 = -4,44 \text{ KN/m}$$

4. Portikoa X+ VIP

$$\text{Jazena}_1 = -2,66 - 0,7 = -3,36 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -2,66 - 0,7 = -3,36 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_1 = -2,59 - 0,7 = -3,29 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_2 = -2,59 - 0,7 = -3,29 \text{ KN/m}$$

- **ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, portikoaren zutabeek eta jazenek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu jazenetan, ezta Eurocodeak agintzen duen deformazioa gainditu zutabeetan.

Zeharkako haizea:

P+ VIS egoera

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,420	1,471	0,825	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-0,742	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,420	0,735	1,375	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-1,237	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,420	0,735	0,825	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-0,742	1,931	0,990

58. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio Iraunkorrak</u>			<u>Akzio aldakorrak</u>
		Gk1(N/mm)	Petralen pisu propioa Gk2 (N)	Fatxadako pisua Gk3 (N)	Haizea Zutabeetan Qk2(N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	0,93	0,8	0,655	2,79
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-0,6
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	0,93	0,8	0,655	4,65
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	0,93	0,8	0,655	2,79
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-0,6

59. Taula: Zutabeetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

Kalkuluen emaitza:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N)	(N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,719		ZUTABEA1	0,93	1455,714	2,79
JAZENA2		6,152		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-0,6
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,534		ZUTABEA1	0,93	1455,714	4,65
JAZENA2		4,992		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1
JAZENA1	<u>Qk3</u>	8,915	990,268	ZUTABEA1	0,93	1455,714	2,79
JAZENA2		7,348	990,268	ZUTABEA2	0,93	1455,714	-0,6

60. Taula: Portikoetako ZEL hipotesietako konbinazioen emaitza Z norabidean

P+ VIP egoera

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,420	1,471	-0,225	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-1,7922	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,420	0,735	-0,375	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-2,987	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,420	0,735	-0,225	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-1,7922	1,931	0,990

61. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio Iraunkorrak</u>			<u>Akzio aldakorrak</u>
		Gk1(N/mm)	Korreetao pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	0,93	0,8	0,655	1,74
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1,65
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	0,93	0,8	0,655	2,9
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-2,75
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	0,93	0,8	0,655	-1,74
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1,65

62. Taula: Zutabeetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

Kalkuluen emaitza:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petalak</u>	<u>Haizea Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N)	(N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	6,603		ZUTABEA1	0,93	1455,714	1,74
JAZENA2		5,036		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1,65
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,718		ZUTABEA1	0,93	1455,714	2,9
JAZENA2		3,106		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-2,75
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,799	990,268	ZUTABEA1	0,93	1455,714	1,74
JAZENA2		6,232	990,268	ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1,65

63. Taula: Portikoetako ZEL hipotesietako konbinazioen emaitza Z norabidean

X+ VIS

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>		<u>Akzio aldakorrak</u>		
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,420	1,471	-1,374	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-0,994	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,420	0,735	-2,290	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-1,657	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,420	0,735	-1,374	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-0,994	1,931	0,990

64. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak		Akzio aldakorrak
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	0,93	0,8	0,655	2,79
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-0,6
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	0,93	0,8	0,655	4,65
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	0,93	0,8	0,655	2,79
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-0,6

65. Taula: Zutabeetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

Kalkuluen emaitza:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petalak	Haizea Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,455		ZUTABEA1	0,93	1455,714	2,79
JAZENA2		5,834		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-0,6
JAZENA1	<u>Qk2</u>	3,803		ZUTABEA1	0,93	1455,714	4,65
JAZENA2		4,436		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1
JAZENA1	<u>Qk3</u>	6,650	990,268	ZUTABEA1	0,93	1455,714	2,79
JAZENA2		7,030	990,268	ZUTABEA2	0,93	1455,714	-0,6

66. Taula: Portikoetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitza Z norabidean.

X+ VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,420	1,471	-2,424	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-2,044	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	5,420	0,735	-4,04	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-3,407	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,420	0,735	-2,424	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-2,044	1,931	0,990

67. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak		Akzio aldakorrak
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,93	0,8	0,655	1,74
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1,65
ZUTABEA1	Qk2	0,93	0,8	0,655	2,9
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-2,75
ZUTABEA1	Qk3	0,93	0,8	0,655	1,74
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1,65

68. Taula: Z ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean.

Kalkuluen emaitza:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petalak	Haizea Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N)
JAZENA1	Qk1	4,404		ZUTABEA1	0,93	1455,714	1,74
JAZENA2		4,784		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1,65
JAZENA1	Qk2	2,053		ZUTABEA1	0,93	1455,714	2,9
JAZENA2		2,686		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-2,75
JAZENA1	Qk3	5,600	990,268	ZUTABEA1	0,93	1455,714	1,74
JAZENA2		5,979	990,268	ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1,65

69. Taula: Portikoetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean.

Haize frontala:

3. Portikoak X + VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	5,420	1,471	-1,642	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-1,642	0	0
JAZENA1	Qk2	5,420	0,735	-2,738	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-2,738	0	0
JAZENA1	Qk3	5,420	0,735	-1,642	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-1,642	1,931	0,990

70. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak		Akzio aldakorrak
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,93	0,8	0,655	-2,664
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-2,664
ZUTABEA1	Qk2	0,93	0,8	0,655	-4,44
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-4,44
ZUTABEA1	Qk3	0,93	0,8	0,655	-2,664
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-2,664

71. Taula: Zutabeetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N)
JAZENA1	Qk1	5,186		ZUTABEA1	0,93	1455,714	-2,664
JAZENA2		5,186		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-2,664
JAZENA1	Qk2	3,355		ZUTABEA1	0,93	1455,714	-4,44
JAZENA2		3,355		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-4,44
JAZENA1	Qk3	6,381	990,268	ZUTABEA1	0,93	1455,714	-2,664
JAZENA2		6,381	990,268	ZUTABEA2	0,93	1455,714	-2,664

72. Taula: Portikoetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean.

4. Portikoa X+ VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	5,420	1,471	-2,016	0	0
JAZENA2		5,420	1,471	-2,016	0	0
JAZENA1	Qk2	5,420	0,735	-3,36	0	0
JAZENA2		5,420	0,735	-3,36	0	0
JAZENA1	Qk3	5,420	0,735	-2,016	1,931	0,990
JAZENA2		5,420	0,735	-2,016	1,931	0,990

73. Taula: Jazenetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak	Akzio aldakorrak	
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,93	0,8	0,655	-1,974
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1,974
ZUTABEA1	Qk2	0,93	0,8	0,655	-3,29
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-3,29
ZUTABEA1	Qk3	0,93	0,8	0,655	-1,974
ZUTABEA2		0,93	0,8	0,655	-1,974

74. Taula: Zutabeetako ZEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gaitz gaitz puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea Zutabeetan
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N)	(N/mm)
JAZENA1	Qk1	4,813		ZUTABEA1	0,93	1455,714	-1,974
JAZENA2		4,813		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1,974
JAZENA1	Qk2	2,733		ZUTABEA1	0,93	1455,714	-3,29
JAZENA2		2,733		ZUTABEA2	0,93	1455,714	-3,29
JAZENA1	Qk3	6,008	990,268	ZUTABEA1	0,93	1455,714	-1,974
JAZENA2		6,008	990,268	ZUTABEA2	0,93	1455,714	-1,974

75. Taula: Portikoetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean.

X ardatza:

*Ondorengo konbinazioek haizearen egoera guztientzako balio dute, haizeak ez duelako jazenetako X norabidean eraginik

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak		
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	0,341	0,206	0	0
JAZENA2		0,341	0,206	0	0
JAZENA1	Qk2	0,341	0,103	0	0
JAZENA2		0,341	0,103	0	0

JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,341	0,103	0,271	0
JAZENA2		0,341	0,103	0,271	0

76. Taula: Portikoetako ZEL hipotesien konbinazioak X norabidean

Kalkuluen Emaitzak:

	<u>Oinarrizko karga</u>	(N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,547
JAZENA2		0,547
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,444
JAZENA2		0,444
JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,715
JAZENA2		0,715

77. Taula: Portikoetako ZEL hipotesien konbinazioen emaitzak X norabidean.

Aurreko hipotesi konbinazio guztien kalkuluek sortzen dituzten balioak CESPLA programarekin konprobatu eta gero, portikoetan eragin kaltegarriena duen konbinazioa P + VIS egoerako Qk3 hipotesia dela ikusi da.

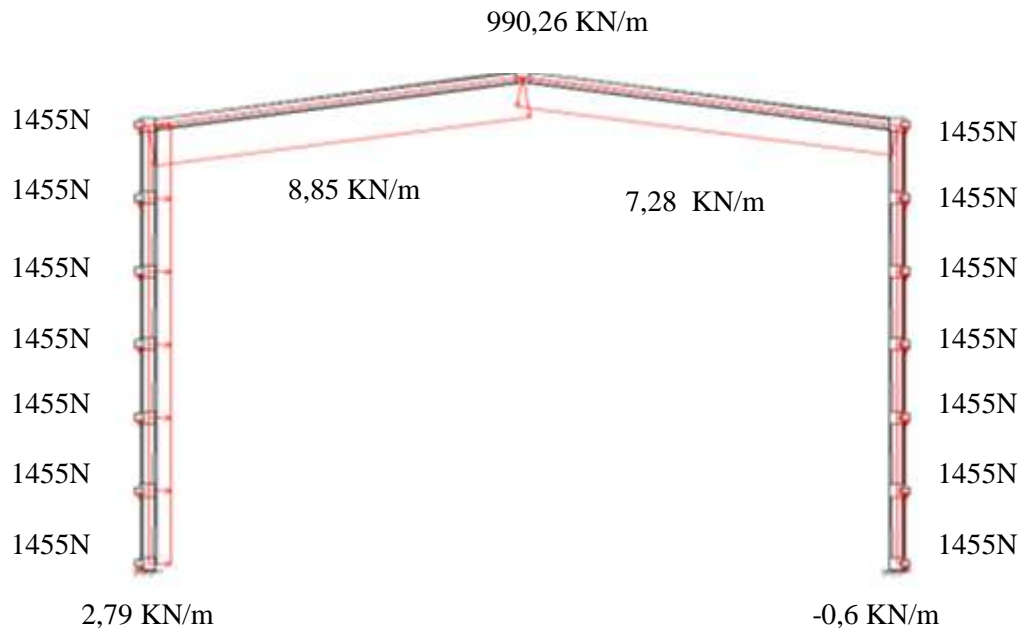
Honela ba, hurrengo konprobaketetan egoera kaltegarrienaren kalkuluak bakarrik aurkeztuko dira. Emaiza hauek 2 eta 6 portikoen artean dauden portikoetarako balioko dute, hauek jasaten dituzten kargak berdinak suposatzen direlako eta egitura berdina dutelako.

Beraz portikoei eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

- *P+VIS Qk3 konbinazioa*

ZX Planoa:



85. Irudia: Portikoan aplikatutako kargak.

Jasan dezakeen gezia ondorengo da:

Jazenetan:

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{13500}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = 45 \text{ mm}$$

Zutabeetan:

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{9000}{2}}{150}$$

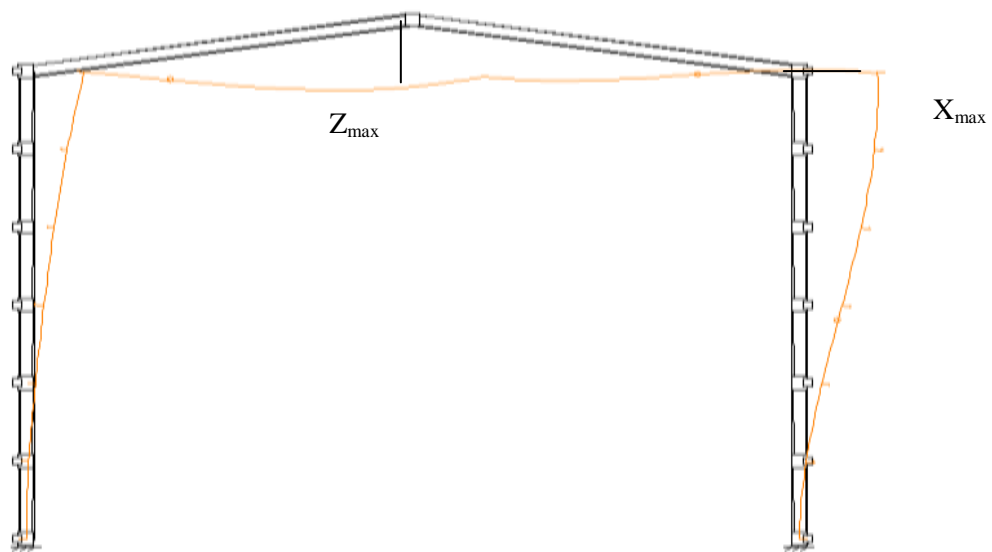
$$X_{\max} = 60 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

Geziaren diagramak hurrengoak dira:

ZX Planoa:



86. Irudia: Portikoak jasaten dituen gezi maximoak

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoa hurrengoa da:

Z X Planoa:

Jazenak

Z ardatza: 29,1 mm

Zutabeak:

X ardatza: 29,8 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max}$ \Rightarrow Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max}$ \Rightarrow Betetzen du

ZEL – ren konprobaketak egin ondoren jazenentzako HEB 240 perfilak eta zutabeentzako HEB 260 perfilak egokiak direla erabaki da. Beraz, hurrengo kalkuluak perfil hauetatik abiatuz egingo dira.

• **AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Zeharkao haizea:

Z ardatza

P+ VIS

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,233	2,206	1,237	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	-1,113	0	0
JAZENA1		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,233	1,103	2,062	0	0
JAZENA2		7,233	1,103	-1,855	0	0
JAZENA1		4,286	0	-2,062	0	0
JAZENA2		4,286	0	-1,855	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,233	1,103	-1,237	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	-1,113	2,896	1,485
JAZENA1		7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

78. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak		Akzio aldakorrak
		Gk1(N/mm)	Korreeta- pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	1,255	1,08	0,885	3,766
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-0,81
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	1,255	1,08	0,885	6,975
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-1,500
ZUTABEA1		0,744	0,64	0,524	6,975
ZUTABEA2		0,744	0,64	0,524	-1,500
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	1,255	1,08	0,885	4,185
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-0,9
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0

80. Taula: Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			Gk1 (N/mm)	(N) korreak
JAZENA1	<u>Qk1</u>	10,677		ZUTABEA1	1,225	1965,214	3,766
JAZENA2		8,326		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-0,810
JAZENA1		9,439		ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		9,439		ZUTABEA2	1,225	1965,214	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	10,398		ZUTABEA1	1,225	1965,214	6,975
JAZENA2		6,480		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-1,500
JAZENA1		6,349		ZUTABEA1	0,744	1164,574	6,975
JAZENA2		2,431		ZUTABEA2	0,744	1164,574	-1,500
JAZENA1	<u>Qk3</u>	12,470	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	4,185
JAZENA2		10,119	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	-0,900
JAZENA1		11,233	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		11,233	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	0

81. Taula: Portikoetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean

P+ VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,233	2,206	1,237	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	-1,113	0	0
JAZENA1		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,233	1,103	-0,5625	0	0
JAZENA2		7,233	1,103	-4,4805	0	0
JAZENA1		4,286	0	-0,5625	0	0
JAZENA2		4,286	0	-4,4805	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,233	1,103	-0,3375	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	-2,688	2,896	1,485
JAZENA1		7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

82. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak		Akzio aldakorrak
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	1,255	1,08	0,885	2,349
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-2,227
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	1,255	1,08	0,885	4,350
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-4,125
ZUTABEA1		0,744	0,64	0,524	4,350
ZUTABEA2		0,744	0,64	0,524	-4,125
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	1,255	1,08	0,885	2,61
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-2,475
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0

83. Taula: Portikoetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea Zutabeeran</u>
		(N/mm)	(N)		Gk1 (N/mm)	(N) Korreak	Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	10,677		ZUTABEA1	1,225	1965,214	2,349
JAZENA2		8,326		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-2,227
JAZENA1		9,439		ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		9,439		ZUTABEA2	1,225	1965,214	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,773		ZUTABEA1	1,225	1965,214	4,359
JAZENA2		3,855		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-4,125
JAZENA1		3,724		ZUTABEA1	0,744	1164,574	4,35
JAZENA2		-0,194		ZUTABEA2	0,744	1164,574	-4,125
JAZENA1	<u>Qk3</u>	10,895	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	2,61
JAZENA2		8,544	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	-2,475
JAZENA1		11,233	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		11,233	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	0

83. Taula: Portikoetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean

X+ VIS

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,233	2,206	-2,061	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	-1,491	0	0
JAZENA1		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,233	1,103	-3,435	0	0
JAZENA2		7,233	1,103	-2,485	0	0
JAZENA1		4,286	0	-3,435	0	0
JAZENA2		4,286	0	-2,4855	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,233	1,103	-2,061	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	-1,491	2,896	1,485
JAZENA1		7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

84. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio	Iraunkorrak		Akzio aldakorrak
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	1,255	1,08	0,885	3,7665
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-0,81
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	1,255	1,08	0,885	6,975
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-1,5
ZUTABEA1		0,744	0,64	0,524	6,975
ZUTABEA2		0,744	0,64	0,524	-1,5
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	1,255	1,08	0,885	4,185
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-0,9
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0

85. Taula: Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petalak	Haizea Zutabeetan
		(N/mm)	(N)		Gk1 (N/mm)	(N) korreak	Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,378		ZUTABEA1	1,225	1965,214	3,766
JAZENA2		7,948		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-0,810
JAZENA1		9,439		ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		9,439		ZUTABEA2	1,225	1965,214	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	4,901		ZUTABEA1	1,225	1965,214	6,975
JAZENA2		5,850		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-1,500
JAZENA1		0,851		ZUTABEA1	0,744	1164,574	6,975
JAZENA2		1,801		ZUTABEA2	0,744	1164,574	-1,500
JAZENA1	<u>Qk3</u>	9,172	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	4,185
JAZENA2		9,741	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	-0,900
JAZENA1		11,233	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		11,233	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	0

86. Taula: Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

X+VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,233	2,206	-3,636	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	-3,066	0	0
JAZENA1		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,233	1,103	-6,060	0	0
JAZENA2		7,233	1,103	-5,110	0	0
JAZENA1		4,286	0	-6,060	0	0
JAZENA2		4,286	0	-5,110	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,233	1,103	-3,636	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	-3,066	2,896	1,485
JAZENA1		7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

87. Taula:Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio Iraunkorrak	Akzio aldakorrak		
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	1,255	1,08	0,885	2,349
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-2275
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	1,255	1,08	0,885	4,35
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-4,125
ZUTABEA1		0,744	0,64	0,524	4,350
ZUTABEA2		0,744	0,64	0,524	-4,125
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	1,255	1,08	0,885	2,61
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-2,475
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0

88. Taula:Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea Zutabeeran</u>
		(N/mm)	(N)		Gk1 (N/mm)	(N) korreak	Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	5,803		ZUTABEA1	1,225	1965,214	2,349
JAZENA2		6,373		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-2,227
JAZENA1		9,439		ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		9,439		ZUTABEA2	1,225	1965,214	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	2,276		ZUTABEA1	1,225	1965,214	4,350
JAZENA2		3,225		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-4,125
JAZENA1		-1,774		ZUTABEA1	0,744	1164,574	4,350
JAZENA2		-0,824		ZUTABEA2	0,744	1164,574	-4,125
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,597	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	2,61
JAZENA2		8,166	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	-2,475
JAZENA1		10,129	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		10,129	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	0

89. Taula:Portikoetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean

Haize frontala:

3. portikoaX + VIP

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,233	2,206	-2,464	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	-2,464	0	0
JAZENA1		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,233	1,103	-4.107	0	0
JAZENA2		7,233	1,103	-4.107	0	0
JAZENA1		4,286	0	-4.107	0	0
JAZENA2		4,286	0	-4.107	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,233	1,103	-2,464	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	-2,464	2,896	1,485
JAZENA1		7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

90. Taula:Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio</u>	<u>Iraunkorrak</u>		<u>Akzio aldakorrak</u>
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	1,255	1,08	0,885	-3,596
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-3,596
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	1,255	1,08	0,885	-6,660
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-6,660
ZUTABEA1		0,744	0,64	0,524	-6,660
ZUTABEA2		0,744	0,64	0,524	-6,660
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	1,255	1,08	0,885	-3,996
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-3,996
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0

91. Taula: Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petalak</u>	<u>Haizea Zutabeeran</u>
		(N/mm)	(N)		Gk1 (N/mm)	(N) korreak	Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	6,975		ZUTABEA1	1,225	1965,214	-3,596
JAZENA2		6,975		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-3,596
JAZENA1		9,439		ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		9,439		ZUTABEA2	1,225	1965,214	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	4,229		ZUTABEA1	1,225	1965,214	-6,660
JAZENA2		4,229		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-6,660
JAZENA1		0,179		ZUTABEA1	0,744	1164,574	-6,660
JAZENA2		0,179		ZUTABEA2	0,744	1164,574	-6,660
JAZENA1	<u>Qk3</u>	8,768	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	-3,996
JAZENA2		8,768	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	-3,996
JAZENA1		11,233	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		11,233	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	0

92. Taula: Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

4. portikoaX + VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	7,233	2,206	-3,024	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	-3,024	0	0
JAZENA1		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA2		7,233	2,206	0	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	7,233	1,103	-5,04	0	0
JAZENA2		7,233	1,103	-5,04	0	0
JAZENA1		4,286	0	-5,04	0	0
JAZENA2		4,286	0	-5,04	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	7,233	1,103	-3,024	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	-3,024	2,896	1,485
JAZENA1		7,233	1,103	0	2,896	1,485
JAZENA2		7,233	1,103	0	2,896	1,485

93. Taula:Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

	Oinarrizko karga	Akzio Iraunkorrak	Akzio aldakorrak		
		Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	1,255	1,08	0,885	-2,961
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-2,961
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	1,255	1,08	0,885	-4,935
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-4,935
ZUTABEA1		0,744	0,64	0,524	-4,935
ZUTABEA2		0,744	0,64	0,524	-4,935
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	1,255	1,08	0,885	-2,961
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	-2,961
ZUTABEA1		1,255	1,08	0,885	0
ZUTABEA2		1,255	1,08	0,885	0

94. Taula: Zutabeetako AEL hipotesien konbinazioak Z norabidean

Kalkuluen emaitza:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea Zutabeeran</u>
		(N/mm)	(N)		Gk1 (N/mm)	(N) korreak	Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	6,415		ZUTABEA1	1,225	1965,214	-2,961
JAZENA2		6,415		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-2,961
JAZENA1		9,439		ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		9,439		ZUTABEA2	1,225	1965,214	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	3,296		ZUTABEA1	1,225	1965,214	-4,935
JAZENA2		3,296		ZUTABEA2	1,225	1965,214	-4,935
JAZENA1		-0,754		ZUTABEA1	0,744	1164,574	-4,935
JAZENA2		-0,754		ZUTABEA2	0,744	1164,574	-4,935
JAZENA1	<u>Qk3</u>	8,209	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	-2,961
JAZENA2		8,209	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	-2,961
JAZENA1		11,233	1485,402	ZUTABEA1	1,225	1965,214	0
JAZENA2		11,233	1485,402	ZUTABEA2	1,225	1965,214	0

95. Taula: Portikoetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak Z norabidean

X ardatza:

*Ondorengo konbinazioek haizearen egoera guztientzako balio dute, haizeak ez duelako jazenetako X norabidean eraginik

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>		
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,459	0,310	0	0
JAZENA2		0,459	0,310	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,459	0,155	0	0
JAZENA2		0,459	0,155	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,459	0,155	0,407	0
JAZENA2		0,459	0,155	0,407	0

96. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioak X norabidea

	Oinarrizko karga	(N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,769
JAZENA2		0,769
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,615
JAZENA2		0,615
JAZENA1	<u>Qk3</u>	1,022
JAZENA2		1,022

97. Taula: Jazenetako AEL hipotesien konbinazioen emaitzak X norabidean

Aurreko hipotesi konbinazio guztien kalkuluak sortzen dituzten balioak CESPLA programarekin konprobatu eta gero, portikoetan eragin kaltegarriena duen konbinazioa P + VIS egoerako Qk3 hipotesia dela ikusi da.

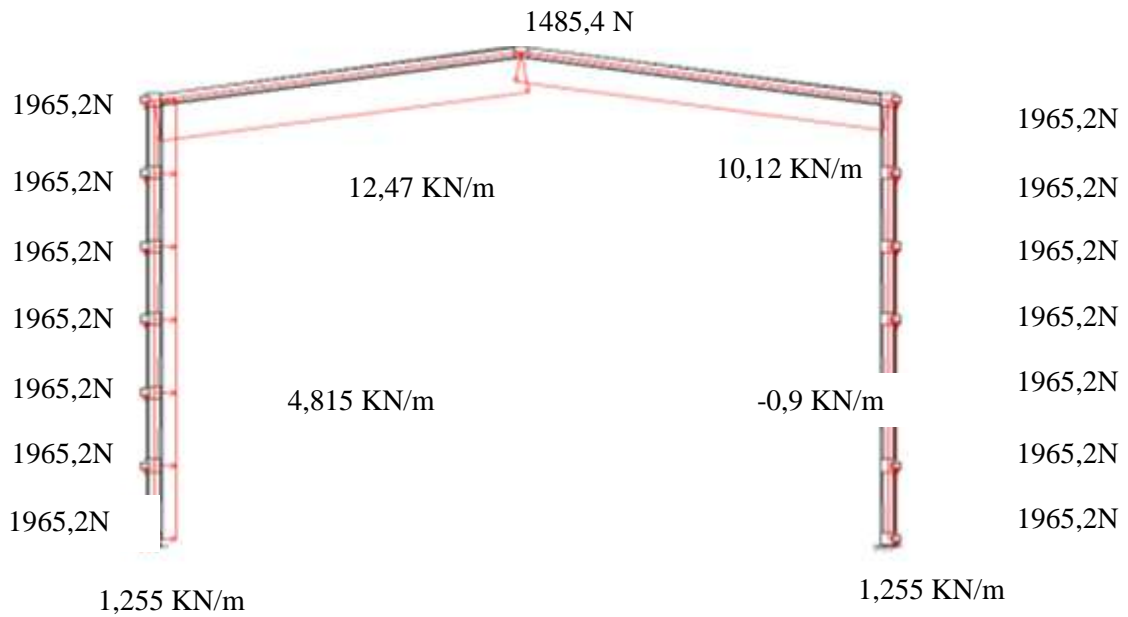
Honela ba, hurrengo konprobaketetan egoera kaltegarrienaren kalkuluak bakarrik aurkeztuko dira. Emaitza hauek 2 eta 6 portikoen artean dauden portikoetarako balioko dute, hauek jasaten dituzten kargak berdinak suposatzen direlako eta egitura berdina dutelako.

Beraz portikoari eragingo dioten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

P + VIS Qk3 konbinazioa

ZX Planoa:



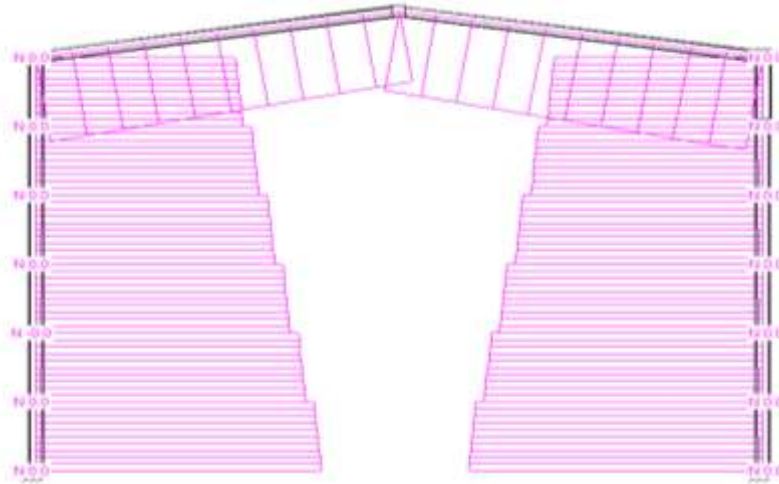
87. Irudia: Portikoak aplikatutako kargak.

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira portikoetan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

Egiturako erreakzioen balio nagusiak hurrengoak dira:

ZX Planoa:

Esfortzu Axiala:



88. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako N_{Ed} indarrak.

1 Jazena:

N: -25291 N

2 Jazena:

N: -27929 N

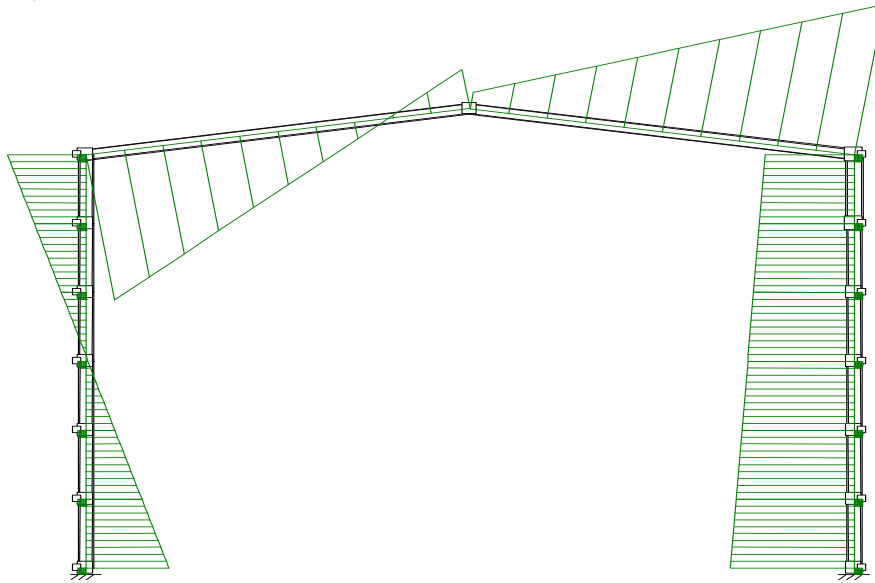
1 Zutabea:

N: -70245N

2 Zutabea:

N: -72284N

Esfortzu Ebakitzailea:



89. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{Ed} indarrak.

1 Jazena:

$$V_{zEd_{max}}: 45530,4 \text{ N}$$

2 Jazena:

$$V_{zEd_{max}}: 43868,9 \text{ N}$$

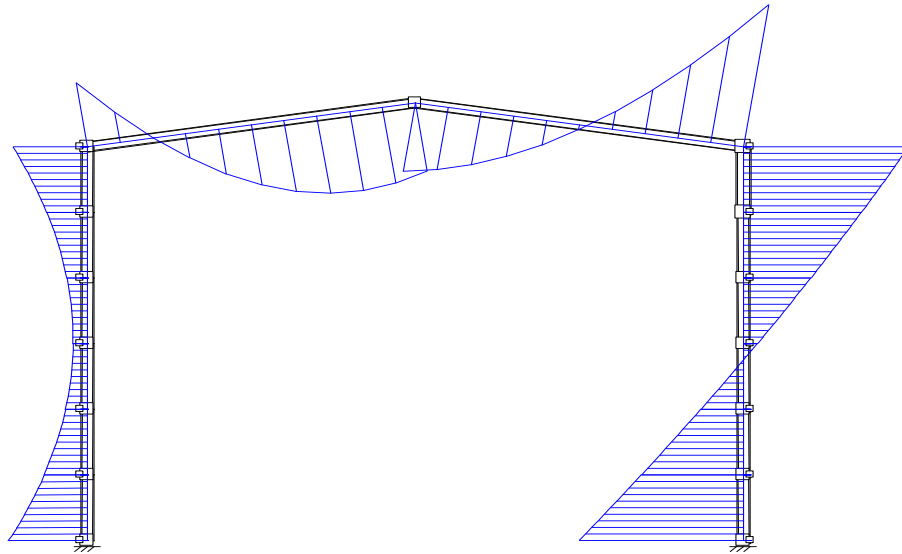
1-Zutabea:

$$V_{zEd_{max}}: 19334 \text{ N}$$

2-Zutabea:

$$V_{zEd_{max}}: 28781 \text{ N}$$

Momentu Markurtzailea:



90. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{yEd} indarrak.

1 Jazena:

M_{yEd} : 62218900Nmm

2 Jazena:

M_{yEd} : 112414000Nmm

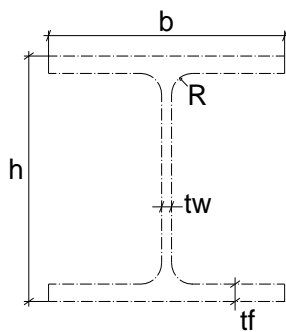
1-Zutabea:

M_{yEd} : -53806100Nmm

2-Zutabea:

M_{yEd} : 112414000Nmm

Jazetak eraikitzeko HEB 240perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	10600	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$938 \cdot 10^3$
$I_y(\text{mm}^3)$	$113 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$1050 \cdot 10^3$
$I_z(\text{mm}^3)$	$39,2 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$499 \cdot 10^3$
h (mm)	240	tf (mm)	17
b (mm)	240	tw (mm)	10
r (mm)	21	$I_T(\text{mm}^4)$	$110 \cdot 10^4$

98.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 240 - 2 \cdot 17 = 206 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 20,6$$

$$t = t_w = 10 \text{ mm}$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{C}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z &= 5,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{206}{2} + 5,33 = 206 \cdot \alpha \quad \rightarrow \alpha = 0,52$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \rightarrow \quad \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,52 - 1} = 62,72$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 20,6 \leq 62,72 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{240 - 10 - 2 \cdot 21}{2} = 94 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 5,53$$

$$t = t_f = 17 \text{ mm}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,53 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$- V_{Ed} = 4,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$- V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ N}$$

-

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 240 \cdot 10 = 2,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$4,3 \cdot 10^4 \leq 3,6 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

$$- N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 10,50 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\frac{27929}{2,78 \cdot 10^6} + \frac{1,13 \cdot 10^8}{2,75 \cdot 10^8} = 0,42 \cdot 10^{-1}$$

$$0,42 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 9,38 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{1350^2} \cdot 1.132 \cdot 66,44^2 = 6,05 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C' = 206 \cdot 0,52 = 107,136 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 107,136 = 35,712 \text{ mm}$$

$$A_f = 240 \cdot 17 + 37,08 \cdot 10 = 4450,8 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17 \cdot 240^3 + \frac{1}{12} \cdot 37,08 \cdot 10^3 = 19,59 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{19,59 \cdot 10^6}{4450}} = 66,44 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{1350} \sqrt{81000 \cdot 1,10 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 3,92 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 2,56 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,56 \cdot 10^9)^2 + (6,05 \cdot 10^9)^2} = 6,57 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{6,57 \cdot 10^9}} = 0,209 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 1,13 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$1,12 \cdot 10^8 \leq 2,75 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 240 - 17 \cdot 2 - 21 \cdot 2 = 164 \text{ mm} \\ t &= t_w = 10 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 16,4$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$16,4 \leq 64,4 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

99. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 13000 = 6500 \text{ mm}$$

$$i_z = 60,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 1350 = 1350 \text{ mm}$$

$$i_y = 103 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{240}{240} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 17 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1350}{103} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,15 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 1$$

$$\lambda_z = \frac{6500}{60,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 1,23 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 0,46$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{NEd}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,15 - 0,2) \frac{27929}{1,2 \cdot 2,7810^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,15$$

$$\chi_y = 1$$

$$NEd = 27929,4 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,48 = 0,48$$

$$Ma = 5,37 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mh = -1,13 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 5,37 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,13 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,48 \quad \rightarrow \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{27929,4}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,48 \cdot 1,13 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,12 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{C,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 1,23}{(0,48 - 0,25) 0,46 \cdot 2,78 \cdot 10^6} = 0,88$$

Non:

$$\lambda_z = 1,23$$

$$\chi_z = 0,46$$

$$N_{Ed} = 27929,4 \text{ N}$$

$$N_{C,Rd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

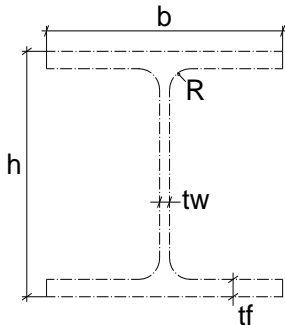
$$c_{mLT} = c_{my} = 0,48$$

$$\frac{27929,4}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,88 \cdot 1,13 \cdot 10^8}{1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,37 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du

* Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen jasanean oinarrituta egongo dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 260perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:



A(mm ²)	11800	W _{el,y} (mm ³)	115·10 ⁴
I _y (mm ³)	149·10 ⁶	W _{pl,y} (mm ³)	128·10 ⁴
I _z (mm ³)	51,3·10 ⁶	W _{pl,z} (mm ³)	603·10 ³
h (mm)	260	tf (mm)	17,5
b (mm)	260	tw (mm)	10
r (mm)	24	I _T (mm ⁴)	130·10 ⁴

99.Taula: HEB 260 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 260 - 2 \cdot 17,5 = 225 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 22,5$$

$$t = tw = 10 \text{ mm}$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{C}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_y d \\ N_{Ed} &= 2z \cdot tw \cdot f_y d \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot tw \cdot f_y d \\ Z &= 13,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{206}{2} + 18,43 = 206 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,56$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,59 - 1} = 54,88$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1}$$

$$22,5 \leq 58,13 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{260-10-2 \cdot 24}{2} = 101 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17,5 \text{ mm}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$\left. \begin{array}{l} c/t = 5,77 \\ 5,77 \leq 8,32 \end{array} \right\} \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 2,87 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,9 \cdot 10^5 \text{ N}$
- Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 260 \cdot 10 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$4,3 \cdot 10^4 \leq 3,6 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar dira:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 11800 \cdot \frac{275}{1.05} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 12,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 3,35 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{7228.7}{3,09 \cdot 10^6} + \frac{1,12 \cdot 10^8}{3,35 \cdot 10^8} = 3,59 \cdot 10^{-1}$$

$0,36 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen da

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi^2 210000}{1300^2} 1,285 \cdot 66,44^2 = 7,34 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C' = 225 \cdot 0,56 = 126,3 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 126,3 = 42,1 \text{ mm}$$

$$A_f = 260 \cdot 17 + 44,84 \cdot 10 = 4971 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17,5 \cdot 260^3 + \frac{1}{12} \cdot 37,08 \cdot 10^3 = 25,63 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{25,63 \cdot 10^6}{4971}} = 71,81 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{1300} \sqrt{81000 \cdot 1,30 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 5,13 \cdot 10^7} = 3,1 \cdot 10^9 \text{ mm}$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(7,34 \cdot 10^9)^2 + (3,1 \cdot 10^9)^2} = 10,21 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{6,57 \cdot 10^9}} = 0,185 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1.05} = 3,35 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

- $M_{Ed} = 1,12 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$

Betebehar da:

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

$$1,12 \cdot 10^8 \leq 3,35 \cdot 10^8 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 260 - 17,5 \cdot 2 - 24 \cdot 2 = 177 \text{ mm} \\ t = t_w = 10 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 17,7$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$17,7 \leq 64,4 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

100. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 9000 = 4500 \text{ mm}$$

$$i_z = 65,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 1500 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_y = 112 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{240}{240} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 17,5 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1050}{112} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,11 \rightarrow \chi_y = 1$$

$$\lambda_z = \frac{4500}{65,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,78 \rightarrow \chi_z := 0,72$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,11 - 0,2) \frac{72287}{1 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,11$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 72287 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,99 = 0,89$$

$$M_a = 1,11 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,12 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,98 \quad \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{72287}{1 \cdot 11800 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,89 \cdot 1,12 \cdot 10^8}{1 \cdot 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,36 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{c,Rd}} N_{Ed}$$

$$K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,78}{(0,89 - 0,25)} \cdot \frac{72287}{0,72 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,78$$

$$\chi_z = 0,72$$

$$N_{Ed} = 72284 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mL} = c_{my} = 0,89$$

$$\frac{72284}{0,72 \cdot 11800 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 1,12 \cdot 10^8}{1 \cdot 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,36 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Aurreko kalkuluetan ikus bezala, nabearen erdiko portikoen diseinua egiteko erabiliko diren perfilak, CTE DB- SE -ek eta Eurokodeak ezartzen dituzten baldintzak betetzen dituzte.

4.3.3 - 6. Portikoa

- **Kanpoko Egitura:**

Egitura hau zutabe bik eta jazena osatuko duten habe bik konposatuko dute. Portikoaren oinarritik hasi eta 3 metroko altueran barruko egitura lotuko zaio.

- **Barruko Egitura:**

Egitura hau elkarren jarraian lotutako lau portikoz osatuta egongo da. Portiko hauen gainean forjatua osatuko duen plaka albeolarra jarriko da.

4.3.3.1 - Kanpoko portikoaren hipotesien datuak:

Aurreko portikoen hipotesi konbinazioak kalkulatzeko erabili diren balio berdinak erabiliko dira, eta konbinazio kaltegarrienari barneko portikoaren kargak batuko zaizkio.

4.3.3.2 - Barruko portikoen ezaugarriak:

- Mugako portikoen arteko banaketa 3,25 metrotakoa izango da eta erdiko portikoen arteko banaketa 3,12 metrotakoa.
- Portikoaren atal ezberdinak HEB perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- Portikoen arteko lotura, lotura zurrunez egingo da.
- CTE-ren araudiaren arabera gezi maximoa $L/300$ izan behar da

4.3.3.3 Hipotesietako datuak:

- **Karga iraunkorrak:**

- Forjatua

Panel albeolarra: $24 \text{ KN/m}^3 \cdot 2.5\text{m} \cdot 0,16\text{m} = 9,6 \text{ KN/m}$

- Portikoetako habeak

HEB 140 perfila : 0,34 KN/m

- Pladurra:

Erabiliko den pladurraren batz-besteko pisua: 1,168 KN/m

- Portikoetako zutabeak:

HEB 140 perfila : 0,34 KN/m

- **Karga aldakorrak**

Kontsideratu den karga aldakor bakarra erabilpen gainkarga izan da. Solairu honetan langileentzako egongela eta tailerreko bulegoak kokatuko dira. CTE DB SE AE- ren arabera, hurrengo atalean sailkatuko genuke.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

101. Taula: Erabilpen gainkargaren balio karakteristikoa (Iturria: CTE DB SE – AE –ko 3.1 Taula)

Beraz erabiliko diren balioak hurrengoak dira:

- Erabilpen gainkarga:

$$\text{Karga banatua: } 2\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} = 10 \text{ KN/m}$$

Gainkarga puntuala: 2KN

- **ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, portikoaren zutabeek eta jazenek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu jazenetan, ezta Eurokodeak agintzen duen deformazioa gainditu zutabeetan.

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, korreek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu. Konbinazio karakteristikoa

Z ardatza

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio Iraunkorrak</u>			<u>Akzio Aldakorra</u>			
		Pisu propioa Gk1 (N/mm)	Pladurra Gk2 (N/mm)	Plaka Albeolarra Gk3 (N/mm)	Qk1 (Erb Gaink.Banatua) (N/mm)	Qk1 (Erb.Gain) (N)		Gk1 (N/mm)
HAB. 1,4	<u>Qk1</u>	0,34	1,7	19,2	10	2000	ZUTAB 1,5	0,93
HAB. 2,3		0,34	1,7	19,2	10	2000	ZUTAB 2,3,4	0,26

102. Taula: Barneko portikoko ZEL hipotesi konbinazioa.

Kalkuluen emaitzak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Habeen pisu propioa</u>	<u>Karga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa Gk1</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)
HABEA 1,4	<u>Qk1</u>	30,63	2000	ZUTABEA 1,5	0,93
HABEA 2,3		30,63	2000	ZUTABEA 2,3,5	0,26

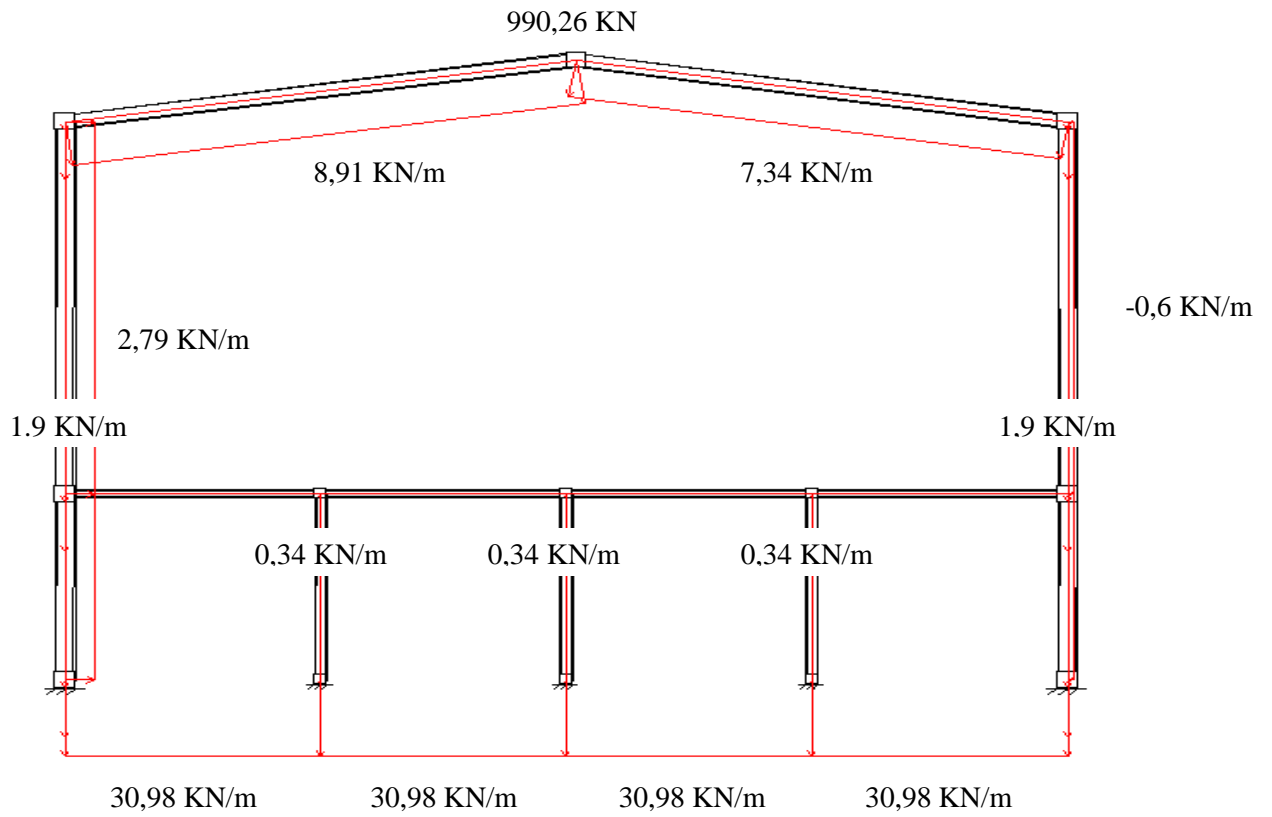
103. Taula: Barneko portikoko ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

Kanpoko portikoa jasango duen konbinazio hipotesi kaltegarriena $Qk3$ $P+VIS$ konbinazioak sortzen duena da, honela ba, emaitza kaltegarri hau barneko portikoak jasan beharreko $Qk1$ hipotesi konbinazioak sortzen duenarekin konbinatuko da, ondorengo kalkuluak egiteko.

Solido askea:

$P+VIS$ $Qk3$ + forjatuko $Qk1$ konbinazioak

ZX Planoa:



91. Irudia: Egituran aplikatutako kargak.

Kanpoko portikoa:

Jasan dezakeen gezia ondorengoa da:

Jazenetan:

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{13500}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = 45 \text{ mm}$$

Zutabeetan:

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot L}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot 9000}{150}$$

$$X_{\max} = 60 \text{ mm}$$

Barruko portikoa:

1 eta 4 Habeak:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot L}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot 3250}{300}$$

$$Y_{\max} = 10,83 \text{ mm}$$

2 eta 3 Habeak:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot L}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot 3120}{300}$$

$$Y_{\max} = 10,4 \text{ mm}$$

Zutabeak

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot L}{150}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot 3000}{150}$$

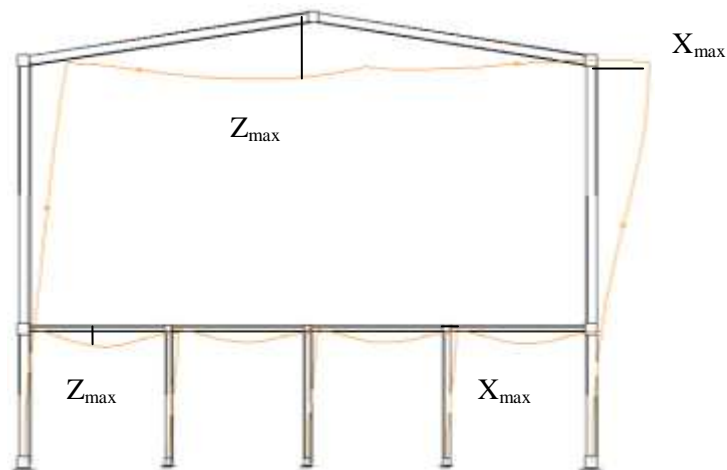
$$Y_{\max} = 20 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

Geziaren diagramak hurrengoak dira:

ZX Planoa:



92. Irudia: Portikoek jasaten dituzten deformatzio maximoak.

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoa hurrengo da:

Z X Planoa:

Kanpoko Portikoa:

Jazenak:

Z ardatza: 19,8 mm

Zutabeak:

X ardatza: 19,5 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{max} \Rightarrow$ Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

Barruko Portikoa:

1 eta 4 habeak:

Z ardatza: 5,9 mm

2 eta 3 habeak:

Z ardatza: 4,5mm

2,3 eta 4 zutabeak:

X ardatza: 3,3mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du.

X ardatzean, $X < X_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du.

- AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Z ardatza

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio Iraunkorrak</u>			<u>Akzio Aldakorra</u>			
		Habearen Pisu propioa Gk1 (N/mm)	Pladurra Gk2 (N/mm)	Plaka Albeolarr a Gk3 (N/mm)	Qk1 (Erb Gaink.Ba natua) (N/mm)	Qk1 (Erb.Gain k.) (N)		Zutaben pisu propioa Gk1 (N/mm)
HABEA1,5	<u>Qk1</u>	0,459	2,29	25,92	15	3000	ZUTABEA1,5	1,25
HABEA 2,3,4		0,459	2,29	25,92	15	3000	ZUTABEA2,3,4	0,35

104. Taula: Barneko portikoko ZEL hipotesi konbinazioa.

Kalkuluen emaitzak

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Habeen pisu propioa</u>	<u>Karga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa Gk1</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)
HABEA 1,5	<u>Qk1</u>	43,56	3000	ZUTABEA 1,5	1,25
HABEA 2,3,4		43,56	3000	ZUTABEA 2,3,5	0,35

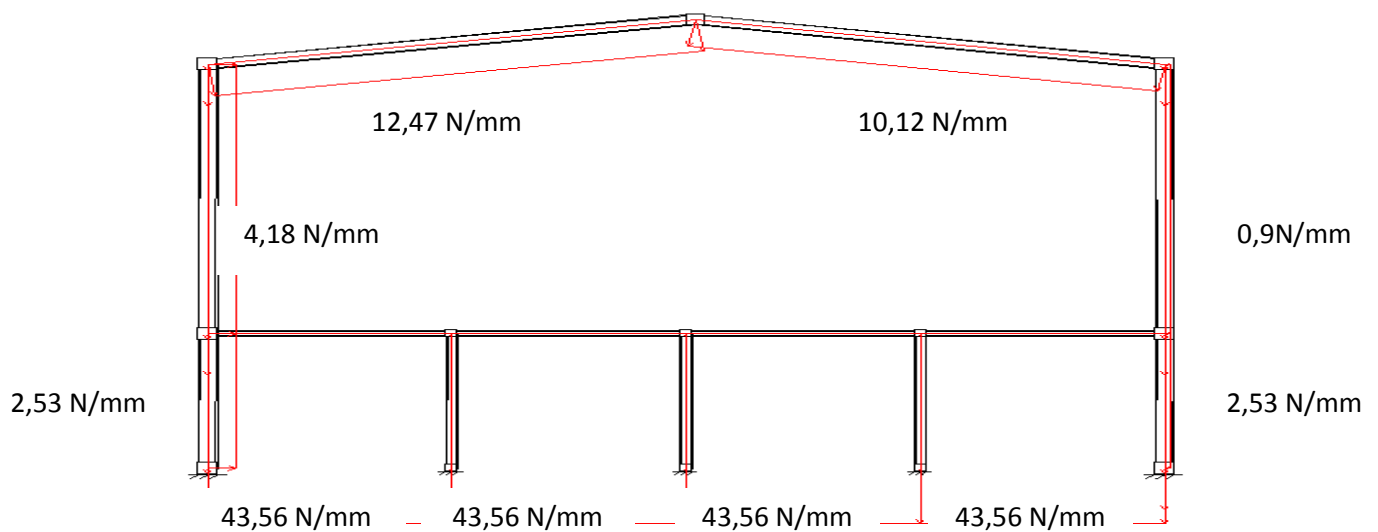
105.Taula: Barneko portikoko ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

Kanpoko portikoa jasango duen konbinazio hipotesi kaltegarriena $Qk3$ $P+VIS$ konbinazioak sortzen duena da, honela ba, emaitza kaltegarri hau barneko portikoak jasan beharreko $Qk1$ hipotesi konbinazioak sortzen duenarekin konbinatuko da, ondorengo kalkuluak egiteko.

Solido askea:

$P+VIS$ $Qk3$ + forjatuko $Qk1$ konbinazioak

ZX Planoa:

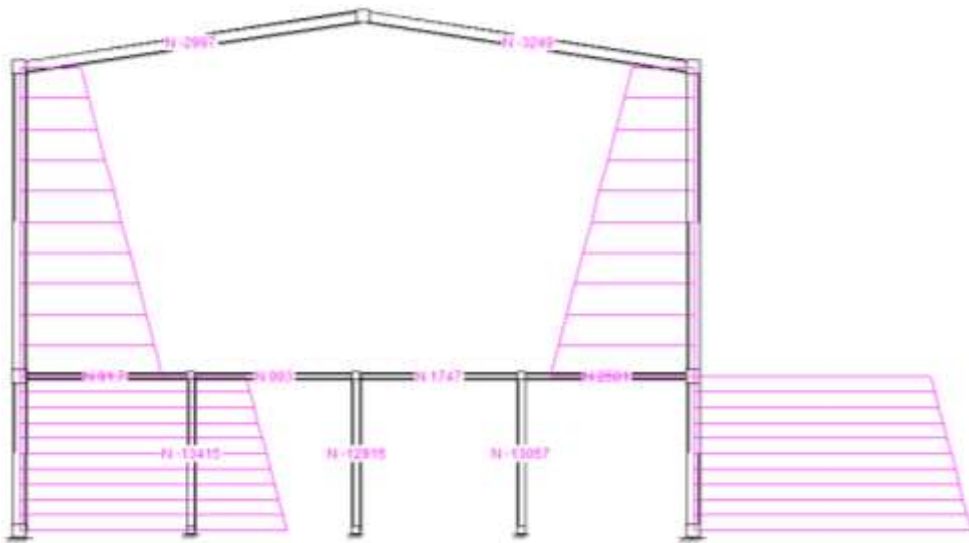


93. Irudia: Egituran aplikatutako kargak

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

ZX Planoa

- Esfortzu Axiala:



94. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako N_{Ed} indarrak.

Kanpoko portikoa:

1 Jazena:

N: 29970 N

2 Jazena:

N: 32490N

1 Zutabea:

N:134150N

2 Zutabea:

N: 212945N

Barruko Portikoa:

1 Haba:

N: 917N

2 Haba:

N: 9930N

3. Haba:

N: 17470N

4.Haba:

N: 25010N

2 Zutabea:

N: 134150N

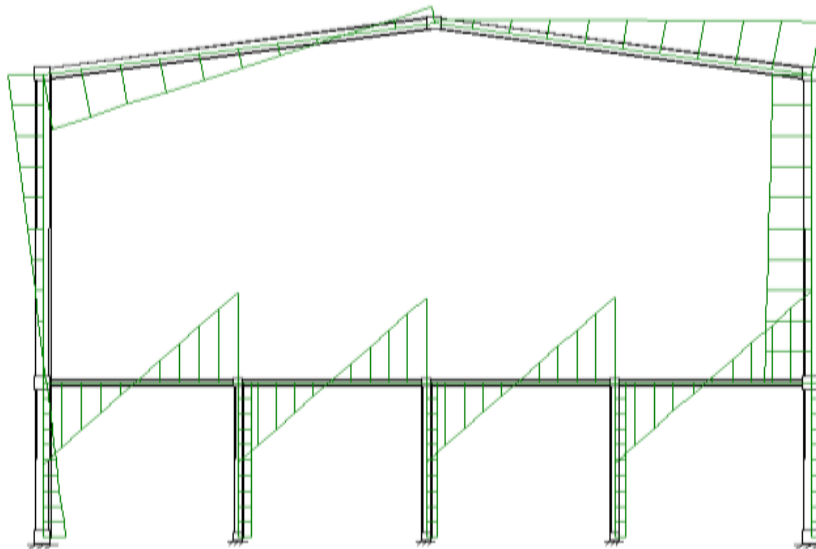
3 Zutabea:

N: 129150N

4Zutabea:

N: 130570N

- Esfortzu Ebakitzalea:



95. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{yEd} indarrak.

Kanpoko Portikoa:

1 Jazena:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 43033 \text{ N}$

2 Jazena:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 42051,6 \text{ N}$

1 Zutabea:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 23079 \text{ N}$

2 Zutabea:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 30829 \text{ N}$

Barneko Portikoa:

1 eta 4 Habeak:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 724513 \text{ N}$

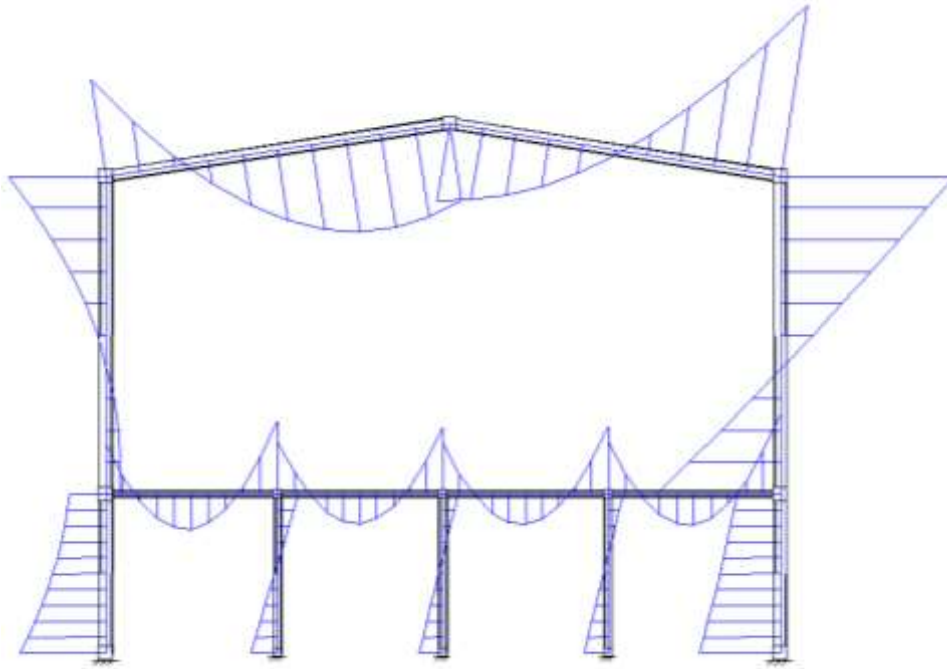
2 eta 3 Habeak:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 67920 \text{ N}$

2,3 eta 4 Zutabeak:

$V_z \text{Ed}_{\max}: 9017 \text{ N}$

- Momentu Markurtzailea:



96. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{zEd} indarrak.

Kanpoko Portikoa:

1 Jazena:

M_{yEd} : 55065400Nmm

2 Jazena:

M_{yEd} : 98829600Nmm

1 Zutabea:

M_{yEd} : 55065400 Nmm

2-Zutabea:

M_{yEd} :98829600 Nmm

Barneko Portikoa:

1 eta 4 habeak:

$M_{yEd}: 42013400 \text{ Nmm}$

2 eta 3 habeak:

$M_{yEd}: 38543300 \text{ Nmm}$

2, 3 eta 4 Zutabeak:

$M_{yEd}: 15089800 \text{ Nmm}$

Kanpoko Egitura:

Jazanak eraikitzeko HEB 240perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	10600	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$938 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$113 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$1050 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$39,2 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$499 \cdot 10^3$
	h (mm)	240	tf (mm)	17
	b (mm)	240	tw (mm)	10
	r (mm)	21	$I_T(\text{mm}^4)$	$110 \cdot 10^4$

106.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 240 - 2 \cdot 17 = 206 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 20,6$$

$$t = tw = 10 \text{ mm}$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \left. \vphantom{\frac{c}{2} + z} \right\} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot tw \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \quad \left. \vphantom{N_{Ed}} \right\} Z = 6,2 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{206}{2} + 6,2 = 206 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,52$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,52 - 1} = 62,72$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 20,6 \leq 62,72 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{240 - 10 - 2 \cdot 21}{2} = 94 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17 \text{ mm}$$

$$c/t = 5,53$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,53 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$- V_{Ed} = 4,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$- V_{pLRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 240 \cdot 10 = 2,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$4,3 \cdot 10^4 \leq 3,6 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pLRd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pLRdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pLRdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

$$- N_{pLRd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- M_{pLRdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 10,50 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\frac{32492}{2,78 \cdot 10^6} + \frac{9,8 \cdot 10^7}{2,75 \cdot 10^8} = 0,371 \cdot 10^{-1}$$

$$0,37 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailerik gabe:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pLRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 C} C_1 i_{f,z}^2 = 9,38 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{1350^2} 1,285 \cdot 66,44^2 = 6,04 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Non:

$$C' = 206 \cdot 0,52 = 107,136 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 107,136 = 35,712 \text{ mm}$$

$$Af = 240 \cdot 17 + 37,08 \cdot 10 = 4450,8 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17 \cdot 240^3 + \frac{1}{12} \cdot 37,08 \cdot 10^3 = 19,59 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{19,59 \cdot 10^6}{4450}} = 66,38 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{1350} \sqrt{81000 \cdot 1,10 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 3,92 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 2,56 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2} = \sqrt{(2,56 \cdot 10^9)^2 + (6,04 \cdot 10^9)^2} = 6,57 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{6,57 \cdot 10^9}} = 0,209 \rightarrow C \text{ kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 8,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$8,11 \cdot 10^7 \leq 2,75 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

107. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 13000 = 6500 \text{ mm}$$

$$i_z = 60,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ mm}$$

$$i_y = 103 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{240}{240} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 17 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y: \frac{945}{60,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,18 \rightarrow \chi_z = 1$$

$$\lambda_z: \frac{6500}{60,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 1,23 \rightarrow \chi_y = 0,46$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,18 - 0,2) \frac{32492}{1,2 \cdot 7810^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,18$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 32492 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,71 = 0,67$$

$$M_a = 7,08 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -9,8 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,71 \quad \longrightarrow \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{32492}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,67 \cdot 9,8 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,24 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{cRd}} N_{Ed}$$

$$KyLT = 1 - \frac{0,1 \cdot 1,23}{(0,67 - 0,25)} \cdot \frac{32492}{0,46 \cdot 2,78 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 1,23$$

$$\chi_z = 0,46$$

$$N_{Ed} = 32492 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mL} = c_{my} = 0,79$$

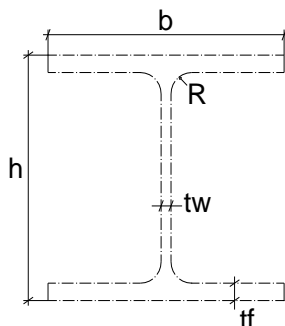
$$\frac{32492}{0,46 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 9,8 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,38 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Egindako kalkuluaren arabera aukeratutako HEB240 egokia da.

* *Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen jasanean oinarrituta egongo dira.*

Zutabeak eraikitzeko HEB 260 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



A(mm ²)	11800	W _{el,y} (mm ³)	115 · 10 ⁴
I _y (mm ³)	149 · 10 ⁶	W _{pl,y} (mm ³)	128 · 10 ⁴
I _z (mm ³)	51,3 · 10 ⁶	W _{pl,z} (mm ³)	603 · 10 ³
h (mm)	260	tf (mm)	17,5
b (mm)	260	tw (mm)	10
r (mm)	24	I _T (mm ⁴)	130 · 10 ⁴

108.Taula: HEB 260 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 260 - 2 \cdot 17,5 = 225 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 22,5$$

$$t = t_w = 10 \text{ mm}$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \left. \vphantom{\frac{C}{2} + z} \right\} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \quad \left. \vphantom{N_{Ed}} \right\} Z = 40,65 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{206}{2} + 40,65 = 206 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,68$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,59 - 1} = 46,64$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 22,5 \leq 46,64 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{260 - 10 - 2 \cdot 24}{2} = 101 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 5,77$$

$$t = t_f = 17,5 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{t} \right\} 5,77 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 8,5 \cdot 10^3 \text{ N}$
- $V_{EplRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,9 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 260 \cdot 10 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$8,5 \cdot 10^3 \leq 3,6 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

- klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 11800 \cdot \frac{275}{1,05} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 12,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 3,35 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{212945}{3,09 \cdot 10^6} + \frac{9,88 \cdot 10^7}{3,35 \cdot 10^8} = 3,64 \cdot 10^{-1}$$

$$0,36 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 C} C_1 i_{f,z}^2 = 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi^2 210000}{1500^2} 1,285 \cdot 71,17^2 = 7,2 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C = 225 \cdot 0,68 = 153,15 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 153,15 = 51,05 \text{ mm}$$

$$A_f = 260 \cdot 17 + 51,05 \cdot 10 = 5060 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17,5 \cdot 260^3 + \frac{1}{12} \cdot 51,05 \cdot 10^3 = 25,63 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{25,63 \cdot 10^6}{5060}} = 71,17 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{1500} \sqrt{81000 \cdot 1,30 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 5,13 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 2,7 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(7,2 \cdot 10^{10})^2 + (2,7 \cdot 10^9)^2} = 7,7 \cdot 10^9 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{7,7 \cdot 10^9}} = 0,214 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 1 \cdot 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05} = 3,35 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 9,88 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$9,88 \cdot 10^7 \leq 3,35 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 260 - 17,5 \cdot 2 - 24 \cdot 2 = 177 \text{ mm} \\ t &= t_w = 10 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 17,7$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$17,7 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{ply}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

109. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 9000 = 4500 \text{ mm}$$

$$i_z = 65,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 1500 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_y = 112 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{260}{260} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 17,5 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1050}{112} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,1 \rightarrow \chi_y = 1$$

$$\lambda_z = \frac{4500}{65,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,78 \rightarrow \chi_z = 0,72$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,1 - 0,2) \frac{212945}{1 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,1$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed}=212945 \text{ N}$$

$$N_{cRd}=3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1-0,8 \cdot -0,7=0,66$$

$$M_a=6,9 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h= -9,88 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_a \\ M_h \end{array} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,7 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{212945}{1 \cdot 11800 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,66 \cdot 9,88 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,31 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{c,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,78}{(0,66 - 0,25) \cdot 0,72 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z=0,78$$

$$\chi_z=0,72$$

$$N_{Ed}=212945 \text{ N}$$

$$N_{cRd}=3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$$

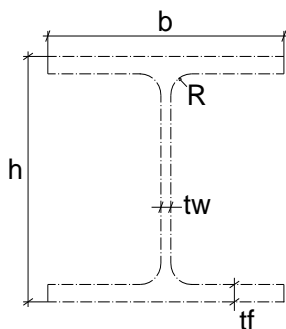
$$c_{mLT}=c_{my} = 0,66$$

$$\frac{212945}{0,72 \cdot 11800 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 9,88 \cdot 10^7}{1 \cdot 1,28 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,38 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Barneko Egitura

Habeak eraikitzeko HEB 140 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



A(mm ²)	4300	W _{el,y} (mm ³)	216·10 ³
I _y (mm ³)	1,51·10 ⁷	W _{pl,y} (mm ³)	246·10 ³
I _z (mm ³)	5,5·10 ⁶	W _{pl,z} (mm ³)	120·10 ³
h (mm)	140	tf (mm)	12
b (mm)	140	tw (mm)	7
r (mm)	12	I _T (mm ⁴)	225·10 ³

110.Taula: HEB 140 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_y d \\ N_{Ed} &= 2z \cdot tw \cdot f_y d \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot tw \cdot f_y d \\ Z &= 6,82 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{98}{2} + 6,82 = 98 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,56$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,85 - 1} = 58,43$$

Bete behar da:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1}$$

$$16,57 \leq 58,43 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{140 - 7 - 2 \cdot 12}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 12 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,54$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,54 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 7,2 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 980 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 140 \cdot 7 = 980 \text{ mm}^2$$

$$7,2 \cdot 10^4 \leq 1,48 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

- klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{zEd} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 4300 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 6,44 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{25013}{1,12 \cdot 10^6} + \frac{4,56 \cdot 10^7}{6,44 \cdot 10^7} = 0,73 \cdot 10^{-1}$$

$0,73 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen da

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 2,16 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{3250^2} 1,285 \cdot 33,25^2 = 1,67 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C^ = 116 \cdot 0,56 = 64,82 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 64,82 = 21,6 \text{ mm}$$

$$Af = 140 \cdot 12 + 7 \cdot 32,94 = 1831,25 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 140^3 + \frac{1}{12} \cdot 21,6 \cdot 7^3 = 27,45 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{27,45 \cdot 10^5}{1831,25}} = 38,73 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{3250} \sqrt{81000 \cdot 2,25 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 5,5 \cdot 10^6} =$

$$M_{LTV} = 3,86 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

- $M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(3,86 \cdot 10^8)^2 + (1,67 \cdot 10^8)^2} = 4,2 \cdot 10^8 \text{ mm}$

- $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,46 \cdot 10^5 \cdot 275}{4,2 \cdot 10^8}} = 0,401 \rightarrow$ b kurba $\rightarrow \chi_{LT} = 0,93$
- $M_{b,Rd} = 0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 5,99 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$
- $M_{Ed} = 4,56 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$

Bete behar da:

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

$$4,56 \cdot 10^7 \leq 5,99 \cdot 10^7 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 12 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 74 \text{ mm} \\ t = t_w = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 13,14$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$13,14 \leq 64,4 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

111. Taula:Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{140}{140} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1625}{35,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,52 \rightarrow \chi_y = 0,88$$

$$\lambda_z = \frac{1625}{59,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,63 \rightarrow \chi_z = 0,78$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \qquad K_y = 1 + (0,479 - 0,2) \frac{25013}{0,88 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_y = 0,52$$

$$\chi_y = 0,88$$

$$N_{Ed} = 25013 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,9 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,37 = 0,40$$

$$M_a = 1,7 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -4,56 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,37 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{25013}{0,88 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 4,56 \cdot 10^7}{0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,19 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{C,Rd}} N_{Ed} \qquad K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,63}{(0,4 - 0,25) \cdot 0,78 \cdot 1,12 \cdot 10^6} \cdot 25013 = 0,98$$

Lortu behar da:

Non:

$$\lambda_z = 0,63$$

$$\chi_z = 0,78$$

$$N_{Ed} = 25013 \text{ N}$$

$$N_{C,Rd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

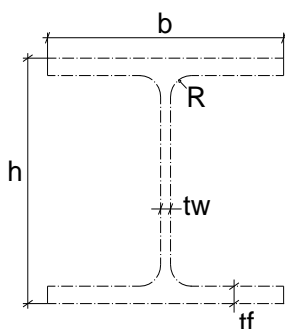
$$c_{mL} = c_{my} = 0,4$$

$$\frac{25013}{0,63 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 4,56 \cdot 10^7}{0,93 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,72 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

* Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen habean oinarrituta egongo dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 140 perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	4300	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$216 \cdot 10^3$
$I_y(\text{mm}^4)$	$1,51 \cdot 10^7$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$246 \cdot 10^3$
$I_z(\text{mm}^4)$	$5,5 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$120 \cdot 10^3$
h (mm)	140	t_f (mm)	12
b (mm)	140	t_w (mm)	7
r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$225 \cdot 10^3$

112. Taula: HEB 140 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa:

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \\ N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z = 40,83 \text{ mm} \end{array}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{98}{2} + 40,83 = 98 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,85$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,85 - 1} = 36,33$$

Bete behar da:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 15,07 \leq 36,33 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{array}{l} c = \frac{140 - 7 - 2 \cdot 12}{2} = 54,5 \text{ mm} \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 4,5$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$\left. \begin{array}{l} c/t = 4,5 \\ 8,32 \end{array} \right\} 4,54 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 9,02 \cdot 10^3 \text{ N}$
- $V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 980 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 140 \cdot 7 = 980 \text{ mm}^2$$

$$9,02 \cdot 10^3 \leq 1,48 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1 klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 4300 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,65 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 5,66 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{134147}{1,12 \cdot 10^6} + \frac{1,51 \cdot 10^7}{4,32 \cdot 10^7} = 2,67 \cdot 10^{-1}$$

$$0,27 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 2,16 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{3000^2} 2,75 \cdot 31,91^2 = 1,92 \cdot 10^8 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C^* = 140 \cdot 0,85 = 119 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 119 = 39,76 \text{ mm}$$

$$A_f = 140 \cdot 12 + 39,76 \cdot 7 = 1958,32 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 140^3 + \frac{1}{12} \cdot 39,76 \cdot 7^3 = 2,77 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{2,74 \cdot 10^6}{1958,32}} = 37,44 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 2,75 \cdot \frac{\pi}{3000} \sqrt{81000 \cdot 2,25 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 5,5 \cdot 10^6} =$$

$$M_{LTV} = 4,18 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(4,18 \cdot 10^8)^2 + (1,92 \cdot 10^8)^2} = 4,6 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,46 \cdot 10^5 \cdot 275}{4,6 \cdot 10^8}} = 0,38 \rightarrow \text{b kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 6,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 1,51 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$1,51 \cdot 10^7 \leq 6,44 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 12 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 92 \text{ mm} \\ t &= t_w = 7 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 13,14$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$13,14 \leq 64,4 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

113. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{140}{140} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1625}{35,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,52 \rightarrow \chi_y = 0,88$$

$$\lambda_z = \frac{1625}{59,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,63 \rightarrow \chi_z = 0,78$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{NEd}{\chi_y * N_{cRd}}$$

$$K_y = 1 + (0,52 - 0,2) \frac{134150}{0,88 \cdot 8,9 \cdot 10^5} = 1,04$$

Non:

$$\lambda_y = 0,52$$

$$\chi_y = 0,88$$

$$N_{Ed} = 134150 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,79 = 0,73$$

$$M_a = 1,19 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,51 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,79 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{134150}{0,88 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,04 \cdot 0,73 \cdot 1,51 \cdot 10^7}{1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,14 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{c,Rd}}$$

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,79}{(0,67 - 0,25) \cdot 0,66 \cdot 8,9 \cdot 10^5} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z = 0,63$$

$$\chi_z = 0,78$$

$$N_{Ed} = 134150 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mLT} = c_{my} = 0,73$$

$$\frac{134150}{0,73 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 1,5 \cdot 10^7}{1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,38 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

4.3.4 - Portiko hastialak:

Portiko hauek eraikinaren lehenengo eta azkeneko portikoak (1 eta 7 portikoak) osatuko dituzte. Portiko hauek batez ere haize frontalak sortutako kargak heltzeko erabiliko dira. Portiko hauek 3 zutabez eta jazena osatuko duten habe inklinatu bik osatuko dituzte. Zutabe eta jazenen artean San Andres itxurako habeak kokatuko dira zeintzuek hurrengo portikoetara haize frontalak eragindako kargak erregulatuko dituzten.

4.3.4.1 – 1 eta 7 portikoen ezaugarriak:

Zutabeak:

- Muturretako zutabeen luzera 9 metrokoa izango da eta erdiko zutabearen luzera 10 metrokoa izango da.
- Zutabeen eta jazenen arteko lotura zurruna izango da.
- HEB perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- Eurocodearen arabera garabi-zubia ez duten eraikin industrialek H/150- eko deformazio bertikala izan behar dute gehienez.
- Kalkuluak egiteko, egoera kaltegarrienaren menpe dauden portikoak erabiliko dira, kasu honetan aukeratzen den perfila, 1 portikoaren diseinua egiteko erabiliko diren perfilak izango dira.

Jazenak:

- Jazenak 8°-ko inklinazioa izango dute, zutabeekin 9metroko altueran lotura izanik, eta hauen altuera maximoa 10metrotan izanik portikoaren erdiko puntuan.
- Jazenak erdiko puntuan lotura izango dute. Luzera osoa 13metrokoa izango bada ere, erdiko puntuan lotura zurrunaren bidez lotuko dira.
- IPE perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.

4.3.4.2 – 1 Portiko hastialaren dimentsionaketaren irizpidea:

Portikoaren zutabeak diseinatzeko, honek jasan behar dituen kargak ezagutu behar dira. Portiko hau bi habeaz eta hiru zutabez osatutako elementua da. Portikoa diseinatu ahal izateko honek jasango dituen kargak ezagutu behar dira.

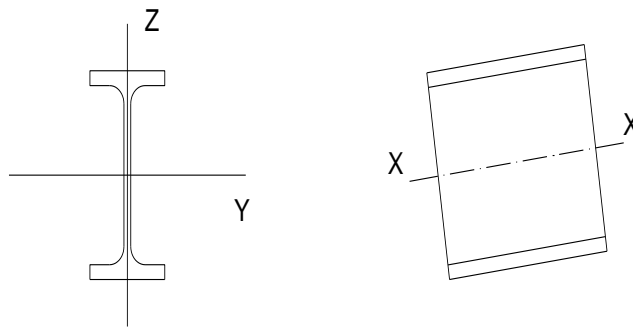
Portiko hauek plano ezberdinetako kargak jasateko diseinatu behar dira. Plano bietan eragina izango duen karga haizea izango da. Honegatik kalkuluak egiterakoan batez ere

haizearen eragina izango da kontutan. Behin jazenetarako eta zutabeetako plano ezberditean eragin kaltegarriena izango duen haize karga hautatu eta gero, beharrezko hipotesi konbinazioak egingo dira egoera kaltegarriena aukeratzeko eta ondorioz CTE DB-SE -ko araudia betetzen duen egitura osatuko duten elementuak aukeratzeko.

4.3.4.3 - Hipotesietako datuak:

Jazenetan bermatutako kargak:

- Karga iraunkorrak:



91. Irudia: IPE 220 Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

Estalkia:

- Sandwich panela:

Estalkiaren pisua $0,18 \text{KN/m}^2$ -koa da

Z ardatza:

$$0,18 \text{KN/m}^2 \cdot 2,5 \text{m} \cdot \cos(8) = 0,445 \text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,18 \text{KN/m}^2 \cdot 2,5 \text{m} \cdot \sin(8) = 0,062 \text{KN/m}$$

- Estalkietako petralak

UPN 140 perfilaren pisua: $0,16 \text{KN/m}$

Z ardatza:

$$\frac{0,16 \text{KN/m}^2 \cdot 2,5 \text{m}}{1,35 \text{m}} \cdot 6 \cos(8) = 1,76 \text{KN/m}$$

X ardatza

$$\frac{0,16 \text{ KN/m}^2 \cdot 2,5 \text{ m}}{1,35 \text{ m}} \cdot 6 \cdot \sin(8) = 0,25 \text{ KN/m}$$

- Jazenen perfila:

IPE 220 perfilaren pisua: 0,262 KN/m

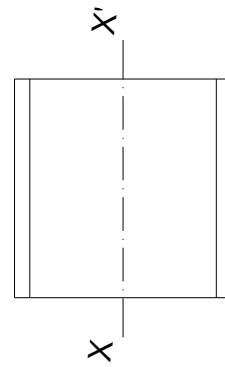
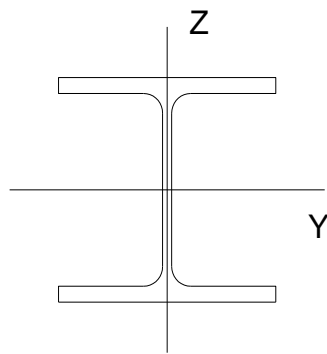
Z ardatza:

$$0,262 \text{ KN/m} \cdot \cos(8) = 0,259 \text{ KN/m}$$

X ardatza

$$0,262 \text{ KN/m} \cdot \sin(8) = 0,036 \text{ KN/m}$$

Muturretako zutabeetan bermatutako kargak:



92. Irudia: HEB Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Luzetarako fatxadako korreak:

Korreak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 petralen pisua 0,16KN/m

X ardatza

$$\frac{0,16 \text{ KN/m} \cdot 2,5 \text{ m}}{\frac{9 \text{ m}}{6} \text{ hutsune}} = 0,307 \text{ KN/m}$$

- Zeharkako fatxadako petralak:

Petralak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 korren pisua 0,16KN/m

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 2,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6 \text{ hutsune}}} = 0,307 \text{ KN/m}$$

X ardatza

$$0,16 \cdot \text{KN/m} \cdot 3,25\text{m} = 0,52 \text{ KN}$$

Luzetarako fatxadako itxidura:

Itxidura panelaren pisua 0,102KN/m²

- Luzetarako fatxadako petralak:

X ardatza

$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 2,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6 \text{ hutsune}}} = 0,17\text{KN}$$

Zeharkako fatxadako itxidura:

X ardatza

$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 3,25\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6 \text{ hutsune}}} = 0,442\text{KN}$$

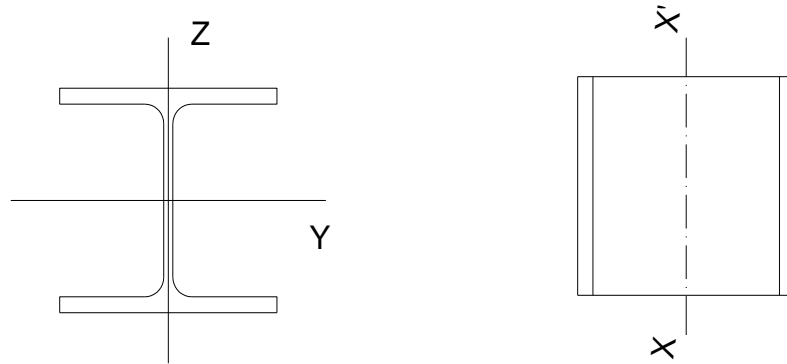
- Zutabeen pisua:

1 Portikoa:

Zutabeak egiteko HEB 220 perfilak proposatzen dira.

HEB 220 perfilaren pisua: 0,715KN/m

Erdiko zutabeen bermatutako kargak:



93. Irudia: HEB 220 Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Zeharkako fatxadako petralak:

Petralak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira.

UPN 140 perfilen pisua 0,16KN/m.

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 6,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6\text{hutsune}}} = 0,8\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,16 \cdot \text{KN/m} \cdot 6,5\text{m} = 0,104 \text{ KN}$$

Itxidura:

Fatxadako panelaren pisua 0,102KN/m²

- Zeharkako fatxada:

X ardatza

$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 6,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6\text{hutsune}}} = 0,884\text{KN}$$

- Erdiko Zutabeen pisua:

Zutabeak egiteko HEB220 perfilak proposatzen dira.

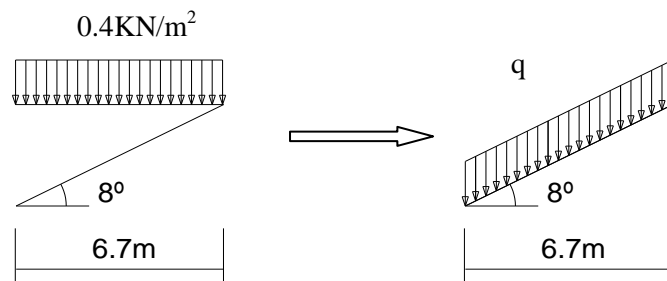
HEB 220 perfilaren pisua:: 0,715KN/m

- **Karga aldakorrak:**

- Erabilpen gainkarga:

Uniformeki banatutako karga:

Karga honen balioa $0,4\text{KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



95. Irudia: Erabilpen gainkargaren karga plano inklinatuan

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7\text{m} = q \cdot \frac{6,7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,96 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,135\text{KN/m}$$

Karga puntuala:

Karga honen balioa 1 KN -ekoa da.

Z ardatza:

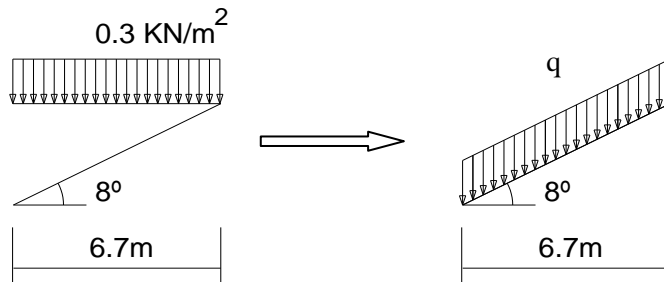
$$1\text{KN} \cdot \cos(8) = 0,99\text{KN}$$

X ardatza:

$$1\text{KN} \cdot \sin(8) = 0,13\text{KN}$$

- Elurra:

Karga honen balioa $0,3\text{KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



96. Irudia: elurraren karga plano inklinatuan

$$0.3 \text{ KN/m}^2 \cdot 6.7\text{m} = q \cdot \frac{6.7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0.29 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,735\text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,10\text{KN/m}$$

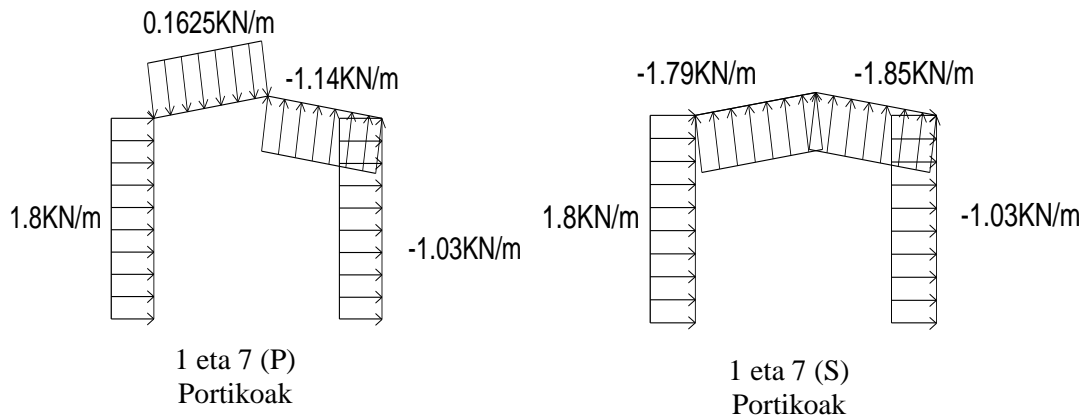
- Haizearen kargak:

Portiko hastialetako haizearen karga nagusienak zeintzuk diren jakiteko, portikoetako haize egoera kaltegarrienak erabili dira. Hau da, ondorengo kalkuluetan ikusi daitekeen bezala, erdiko portikoetan haizearen kanpoko eraginez sortzen diren kargak (luzetarako eta zeharkako haizeak) eta barneko haizearen eraginez sortzen diren kargak gehituta, balio nagusienak sortzen dituztenak. Ondoren balio handiena edo / eta jazena eta zutabe bien

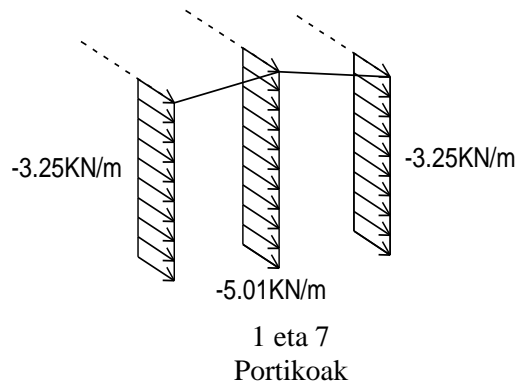
artean karga diferentzia handiena sortzen duten kargak erabili dira kargen konbinazio hipotesiak egiteko.

Zeharkako haizea:

Zeharkako haizeak jotzen duenean presioko kargak dira erdiko portikoetako (1 eta 7ra) egoera kaltegarriena sortzen duena:



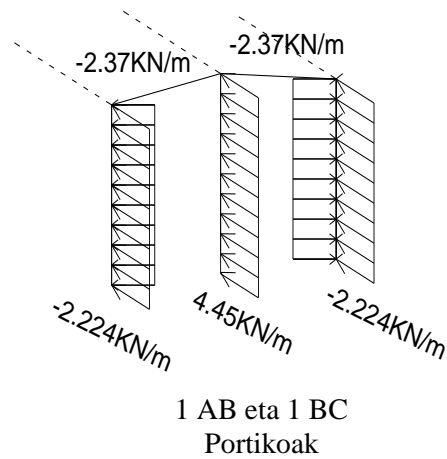
97. Irudia: 71. Irudia: Zeharkako haizeak portikoetan eragindako kargak.



98. Irudia: Zeharkako haizeak zutabe nasualetan eragindako kargak.

Haize frontala:

Luzetarako haizeak jotzen duenean presioko kargak dira erdiko portikoetako (1 eta 7 portikoetan egoera kaltegarriena sortzen duena:



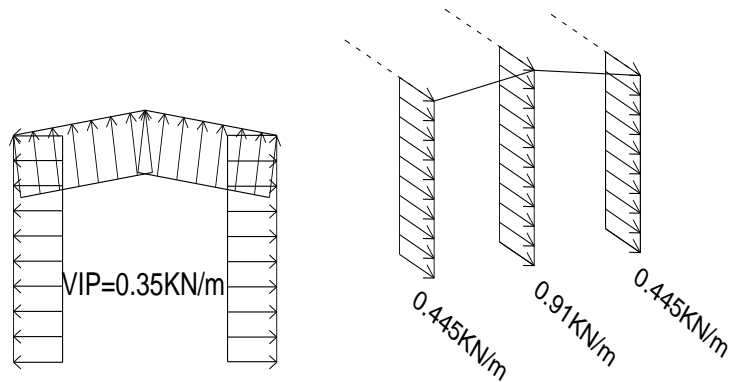
99. Irudia: Haize frontalak zutabe hastialetan eragindako karga.

Barne akzioak:

Barne presioak eta barne sukzioak portikoetan sortzen dituzten kargak hurrengoak dira:

Barne presioa:

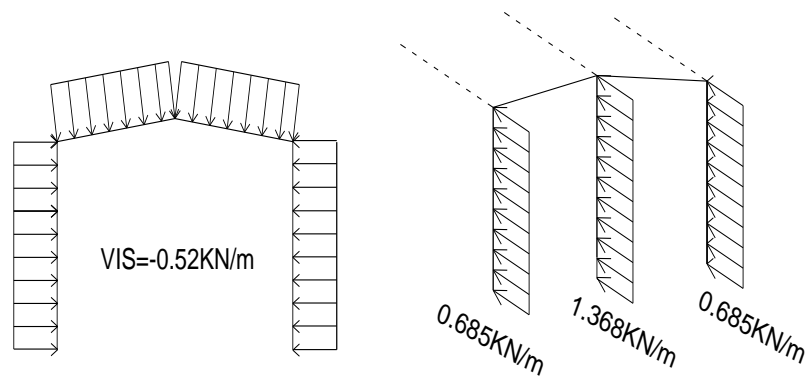
Barne presioak portikoetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:



100. Irudia: Barne presioak portiko hastialetan eragindako karga.

Barne xurgapenak:

Barne sukzioak portikoetan sortzen duen karga lineala ondorengoa da:



101. Irudia: Barne xurgapenak portiko hastialetan eragindako karga.

Beraz, haizeak portikoetan eragin ditzakeen egoera kaltegarrienak hauek dira:

Zeharkako haizea:

Presioa + *VIS*:

$$\text{Jazena}_1 = 0,1625 + 0,525 = 0,687 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -1,144 + 0,525 = -0,619 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1XZ} = 1,8 + 0,525 = 2,325 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2XZ} = 0 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3XZ} = -1,027 + 0,525 = -0,502 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1YZ} = -3,25 + 0,685 = -2,565 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2YZ} = -5,01 + 0,685 = -4,325 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3YZ} = -3,25 + 0,685 = -2,565 \text{ KN/m}$$

Presioa + *VIP*:

$$\text{Jazena}_1 = 0,162 - 0,35 = -0,187 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -1,144 + 0,35 = -1,494 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1XZ} = 1,8 - 0,35 = 1,45 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2XZ} = 0 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3XZ} = -1,027 + 0,35 = -1,377 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1YZ} = -3,25 + 0,455 = -3,705 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2YZ} = -5,01 - 0,91 = -5,92 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3YZ} = -3,25 + 0,455 = -3,705 \text{ KN/m}$$

Sukzioa + VIS:

$$\text{Jazena}_1 = -1,79 + 0,525 = -1,265 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -1,85 + 0,525 = -1,325 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1XZ} = 1,8 + 0,525 = 2,325 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2XZ} = 0 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3XZ} = -1,027 + 0,525 = -0,502 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1YZ} = -3,25 + 0,685 = -2,565 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2YZ} = -5,01 + 0,685 = -4,325 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3YZ} = -3,25 + 0,685 = -2,565 \text{ KN/m}$$

Sukzioa + VIP

$$\text{Jazena}_1 = 0,162 - 0,35 = -0,187 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena}_2 = -1,85 - 0,35 = -2,2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1XZ} = 1,8 - 0,35 = 1,45 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2XZ} = 0 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3XZ} = 3,6 - 0,7 = 2,9 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1YZ} = -3,25 - 0,455 = -3,705 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2YZ} = -5,01 - 0,91 = -4,325 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3YZ} = -3,25 - 0,455 = -3,705 \text{ KN/m}$$

Luzetarako haizea:

IAB eta IBC S + VIS

$$\text{Jazena } 1 = -2,615 + 0,525 = -2,09 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena } 2 = 2,615 + 0,525 = -2,09 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1XZ} = -2,37 - 0,35 = -2,72 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2XZ} = 0 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3XZ} = -2,37 - 0,35 = -2,72 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1YZ} = 2,224 + 0,685 = -2,909 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2YZ} = 4,45 + 1,365 = -5,815 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3YZ} = 2,224 + 0,685 = -2,909 \text{ KN/m}$$

IAB eta IBC S + VIP

$$\text{Jazena } 1 = -2,615 + 0,35 = -2,965 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jazena } 2 = -2,615 + 0,35 = -2,965 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1XZ} = -2,37 + 0,525 = -1,845 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2XZ} = 0 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3XZ} = -2,37 + 0,525 = -1,845 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{1YZ} = 2,224 - 0,455 = 1,769 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{2YZ} = 4,45 - 0,91 = 3,54 \text{ KN/m}$$

$$\text{Zutabea}_{3YZ} = 2,224 - 0,455 = 1,769 \text{ KN/m}$$

- **ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, portikoaren zutabeek eta jazenek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu jazenetan, ezta Eurokodeak agintzen duen deformazioa gainditu zutabeetan.

Zeharkako haizearekin:

P+ VIS

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	2,468	0,735	0,344	0	0
JAZENA2		2,468	0,735	-0,309	0	0
JAZENA1	Qk2	2,468	0,367	0,687	0	0
JAZENA2		2,468	0,367	-0,619	0	0
JAZENA1	Qk3	2,468	0,367	0,344	0,965	0,990
JAZENA2		2,468	0,735	-0,309	0,965	0,990

104. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/m m)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,715	0,707	0,391	1,163	-1,282
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,162
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,251	-1,282
ZUTABEA1	Qk2	0,715	0,707	0,391	2,325	-2,565
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-4,325
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,502	-2,565
ZUTABEA1	Qk3	0,715	0,707	0,391	1,1625	-1,2825
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,1625
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,251	-1,2825

105. Taula: Portiko hastialetako zutabeen ZEL hipotesi konbinazioa.

Emaitzak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	3,509	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	1,163	-1,282
JAZENA2		2,856	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,162
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,251	-1,282
JAZENA1	<u>Qk2</u>	3,485	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	2,325	-2,565
JAZENA2		2,178	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-4,325
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,502	-2,565
JAZENA1	<u>Qk3</u>	4,107	990,268	ZUTABEA1	0,715	1,098	1,163	-1,282
JAZENA2		3,453	990,268	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,162
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,251	-1,282

106. Taula: Portiko hastialetako ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

P+ VIP

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	2,468	0,735	-0,094	0	0
JAZENA2		2,468	0,735	-0,747	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	2,468	0,367	-0,188	0	0
JAZENA2		2,468	0,367	-1,494	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	2,468	0,367	-0,094	0,965	0,990
JAZENA2		2,468	0,735	-0,747	0,965	0,990

107. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,715	0,707	0,391	0,725	-1,853
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,96
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,688	-1,853
ZUTABEA1	Qk2	0,715	0,707	0,391	1,45	-3,705
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-5,92
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-1,377	-3,705
ZUTABEA1	Qk3	0,715	0,707	0,391	0,725	-1,853
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,96
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,688	-1,853

108. Taula: Portiko hastialetako zutabeen ZEL hipotesi konbinazioa.

Ematizak:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea	Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	Qk1	3,110	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	0,725	-1,825
JAZENA2		2,457	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,96
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,688	-1,825
JAZENA1	Qk2	2,648	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	1,45	-3,705
JAZENA2		1,342	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-5,92
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-1,377	-3,705
JAZENA1	Qk3	3,708	990,268	ZUTABEA1	0,715	1,098	0,725	-1,825
JAZENA2		3,054	990,268	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,96
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,688	-1,825

109. Taula: Portiko hastialetako ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

X+ VIS

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	2,468	0,735	-0,633	0	0
JAZENA2		2,468	0,735	-0,663	0	0
JAZENA1	Qk2	2,468	0,367	-1,265	0	0
JAZENA2		2,468	0,367	-1,325	0	0
JAZENA1	Qk3	2,468	0,367	-0,633	0,965	0,990
JAZENA2		2,468	0,735	-0,663	0,965	0,990

110. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1 (N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,715	0,707	0,391	1,162	-1,283
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,163
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,251	-1,283
ZUTABEA1	Qk2	0,715	0,707	0,391	2,325	-2,565
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-4,325
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,502	-2,565
ZUTABEA1	Qk3	0,715	0,707	0,391	1,162	-1,283
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,163
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,251	-1,283

111. Taula: Portiko hastialetako zutabeen ZEL hipotesi konbinazioa.

Emaitzak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	2,533	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	1,162	-1,283
JAZENA2		2,503	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,162
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,251	-1,283
JAZENA1	<u>Qk2</u>	1,533	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	2,325	-2,565
JAZENA2		1,473	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-4,325
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,502	-2,565
JAZENA1	<u>Qk3</u>	3,131	990,268	ZUTABEA1	0,715	1,098	1,162	-1,283
JAZENA2		3,101	990,268	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,162
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,251	-1,283

112. Taula: Portiko hastialetako ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

X+ VIP

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	2,468	0,735	-1,070	0	0
JAZENA2		2,468	0,735	-1,100	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	2,468	0,367	-2,140	0	0
JAZENA2		2,468	0,367	-2,200	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	2,468	0,367	-1,070	0,965	0,990
JAZENA2		2,468	0,735	-1,100	0,965	0,990

113. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,715	0,707	0,391	0,725	-1,853
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,960
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,251	-1,853
ZUTABEA1	Qk2	0,715	0,707	0,391	2,325	-3,705
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-5,920
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,502	-3,705
ZUTABEA1	Qk3	0,715	0,707	0,391	1,162	-1,853
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	-2,960
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,251	-1,853

114. Taula: Portiko hastialetako zutabeen ZEL hipotesi konbinazioa.

Emaitzak:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea	Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	Qk1	2,096	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	0,725	-1,853
JAZENA2		2,066	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,960
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,251	-1,853
JAZENA1	Qk2	0,658	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	2,325	-3,705
JAZENA2		0,598	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-5,920
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,502	-3,705
JAZENA1	Qk3	3,684	990,268	ZUTABEA1	0,715	1,098	1,162	-1,853
JAZENA2		3,654	990,268	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	-2,960
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,251	-1,853

115. Taula: Portiko hastialetako ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

Haize frontalarekin:

IAB eta 1 BC X + VIS

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	2,468	0,735	-1,045	0	0
JAZENA2		2,468	0,735	-1,045	0	0
JAZENA1	Qk2	2,468	0,367	-2,090	0	0
JAZENA2		2,468	0,367	-2,090	0	0
JAZENA1	Qk3	2,468	0,367	-1,045	0,965	0,990
JAZENA2		2,468	0,735	-1,045	0,965	0,990

116. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0,000	2,908
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455
ZUTABEA1	Qk2	0,715	0,707	0,391	-1,845	2,909
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0,000	5,815
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-1,845	2,909
ZUTABEA1	Qk3	0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0,000	2,908
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455

117. Taula: Portiko hastialetako zutabeen ZEL hipotesi konbinazioa.

Emaitzak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,653	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	-0,923	1,455
JAZENA2		0,653	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	2,908
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,923	1,455
JAZENA1	<u>Qk2</u>	-0,759	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	-1,845	2,909
JAZENA2		-0,759	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	5,815
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-1,845	2,909
JAZENA1	<u>Qk3</u>	2,241	990,268	ZUTABEA1	0,715	1,098	-0,923	1,455
JAZENA2		2,241	990,268	ZUTABEA2	0,715	0	0	2,908
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,923	1,455

118. Taula: Portiko hastialetako ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

1 AB eta 1BC P+ VIP

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	2,468	0,735	-1,482	0	0
JAZENA2		2,468	0,735	-1,482	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	2,468	0,367	-2,965	0	0
JAZENA2		2,468	0,367	-2,965	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	2,468	0,367	-1,482	0,965	0,990
JAZENA2		2,468	0,735	-1,482	0,965	0,990

119. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	2,908
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455
ZUTABEA1	Qk2	0,715	0,707	0,391	-1,845	2,909
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	5,815
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-1,845	2,909
ZUTABEA1	Qk3	0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455
ZUTABEA2		0,715	0,8	0,442	0	2,908
ZUTABEA3		0,715	0,707	0,391	-0,923	1,455

120. Taula: Portiko hastialetako zutabeen ZEL hipotesi konbinazioa.

Emaitzak:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea	Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	Qk1	0,216	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	-0,923	1,455
JAZENA2		0,216	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	2,908
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,923	1,455
JAZENA1	Qk2	-1,634	0	ZUTABEA1	0,715	1,098	-1,845	2,909
JAZENA2		-,1634	0	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	5,815
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-1,845	2,909
JAZENA1	Qk3	1,804	990,268	ZUTABEA1	0,715	1,098	-0,923	1,455
JAZENA2		1,804	990,268	ZUTABEA2	0,715	1,242	0	2,908
				ZUTABEA3	0,715	1,098	-0,923	1,455

121. Taula: Portiko hastialetako ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

X ardatza:

**Egin diren kalkuluak, konbinazio posible guztien artean txarrena da*

	<u>Oinarritzko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>		
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,135	0,051	0	0
JAZENA2		0,135	0,051	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,135	0,103	0	0
JAZENA2		0,135	0,103	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,135	0,051	0,271	0
JAZENA2		0,135	0,051	0,271	0

122. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioa.

	<u>Oinarritzko karga</u>	<u>(N/mm)</u>
JAZENA1	<u>Qk1</u>	0,186
JAZENA2		0,186
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,238
JAZENA2		0,238
JAZENA1	<u>Qk3</u>	0,509
JAZENA2		0,509

123. Taula: Portiko hastialetako jazenen ZEL hipotesi konbinazioen emaitza

**Ondorengo konbinazioek hipotesi konbinaziotarako balio dute, haizeak ez duelako X norabidean eraginik.*

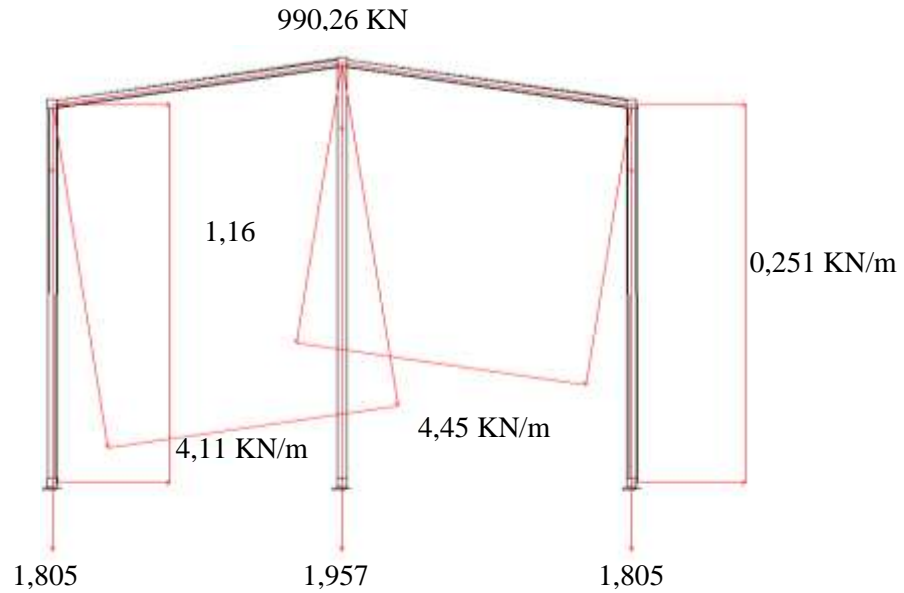
Aurreko hipotesi konbinazio guztien kalkuluek sortzen dituzten balioak CESPLA programarekin konprobatu eta gero, portikoetan eragin kaltegarrienak hipotesi konbinazio ezberdin bik sortzen dituzte, eta biak konprobatuko dira. Honen arrazoia elementuak plano ezberdin bitan kargak jasotzen dituelako da. ZX planoan P+VIS egoerako Qk3 konbinazioaizango da, eta YZ planoan P+VIP egoerako Qk2 egoera.

Honela ba, hurrengo konprobaketetan egoera kaltegarri biak sortutako geziak konprobatuko dira, eta 1 portikoaren diseinua gauzatzeko erabiliko dira.

Egiturak atal ezberdinetan jasan dezakeen gezia ondorengo da:

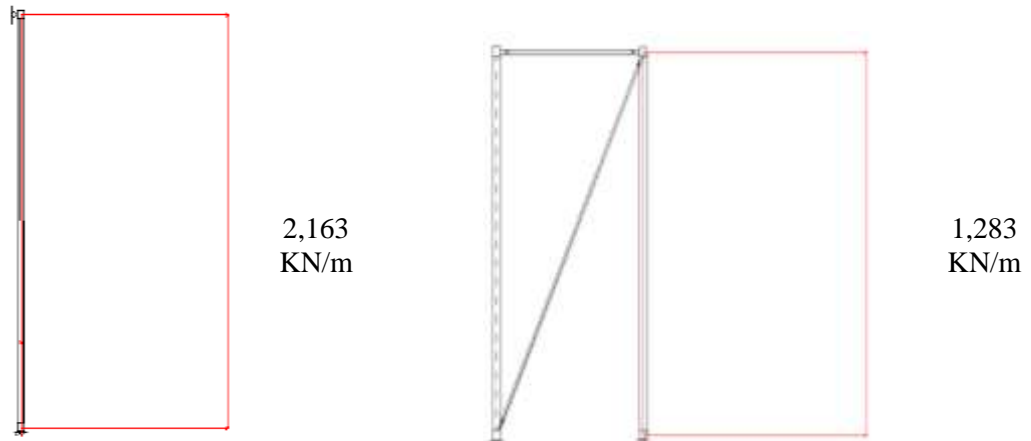
P+ VIS Qk3 konbinazioa

ZX plano

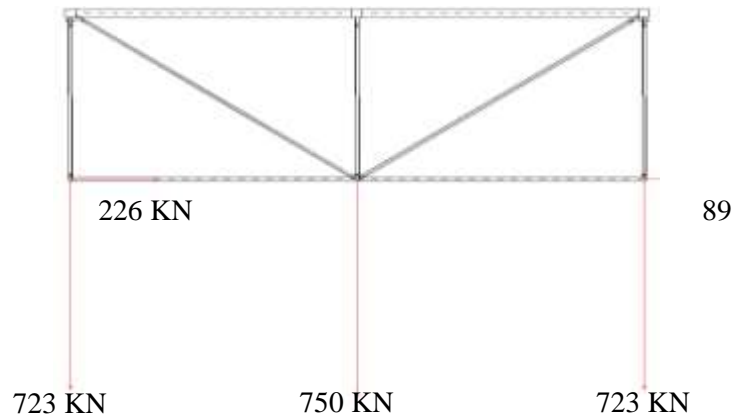


102. Irudia: Portiko hastialetan aplikatutako kargak ZX planoan .

ZY plano



103. Irudia: Zutabe hastialetan aplikatutako kargak ZY planoan.

XY planoan

104. Irudia: Portiko hastialetako jazenetan aplikatutako kargak XY planoan.

Jazenak:

- Z ardatzean:

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{6500}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = 21,6 \text{ mm}$$

- Y ardatzean:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{6500}{2}}{150}$$

$$Y_{\max} = 43,33 \text{ mm}$$

1 eta 3 zutabeak:

- X edo Y ardatzetan:

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{9000}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = 60 \text{ mm}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{9000}{2}}{150}$$

$$Y_{\max} = 60 \text{ mm}$$

2 zutabea:

- X edo Y ardatzetan:

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{10000}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = 66,6 \text{ mm}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{9000}{2}}{150}$$

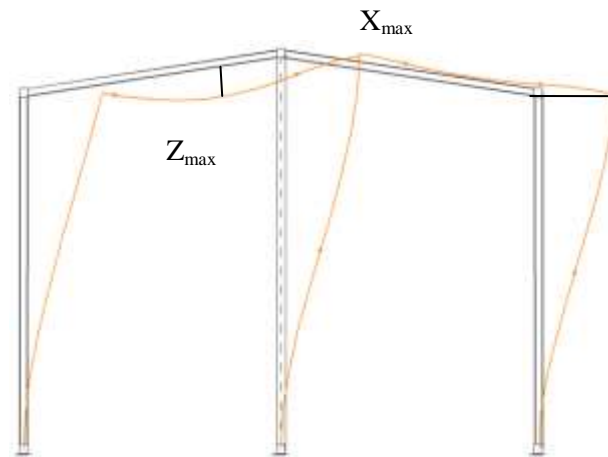
$$Y_{\max} = 60 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebatzen dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

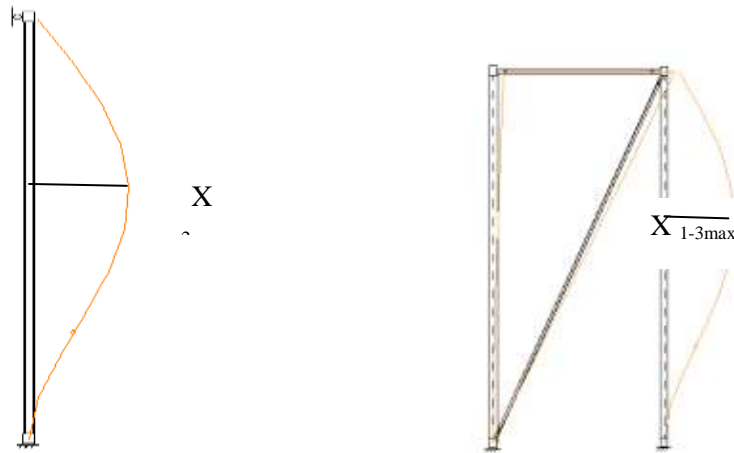
Geziaren diagramak hurrengoak dira I portikoarentzako,

ZX Planoa:



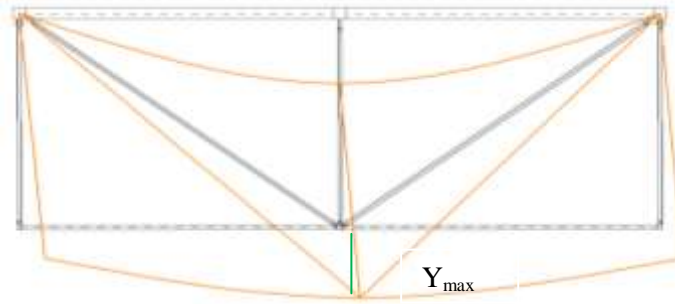
105. Irudia: Aplikatutako kargek portikoaren ZX planoan sortzen duten duten gezi maximoak-

ZY Planoa



106. Irudia: Aplikatutako kargek zutabe hastialetako ZY planoan sortzen duten duten gezi maximoak.

YX Planoa:



107. Irudia: Aplikatutako kargek jazenetako YX planoan sortzen duten gezi maximoa-

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoak hurrengoak dira:

Jazenak

Z ardatza: 12,6 mm

Y ardatza: 0,5mm

1 eta 3 zutabeak:

X ardatza: 29,5 mm

Y ardatza: 15 mm

2 zutabeak:

X ardatza: 29,5 mm

Y ardatza: 6,3 mm

Bete behar da:

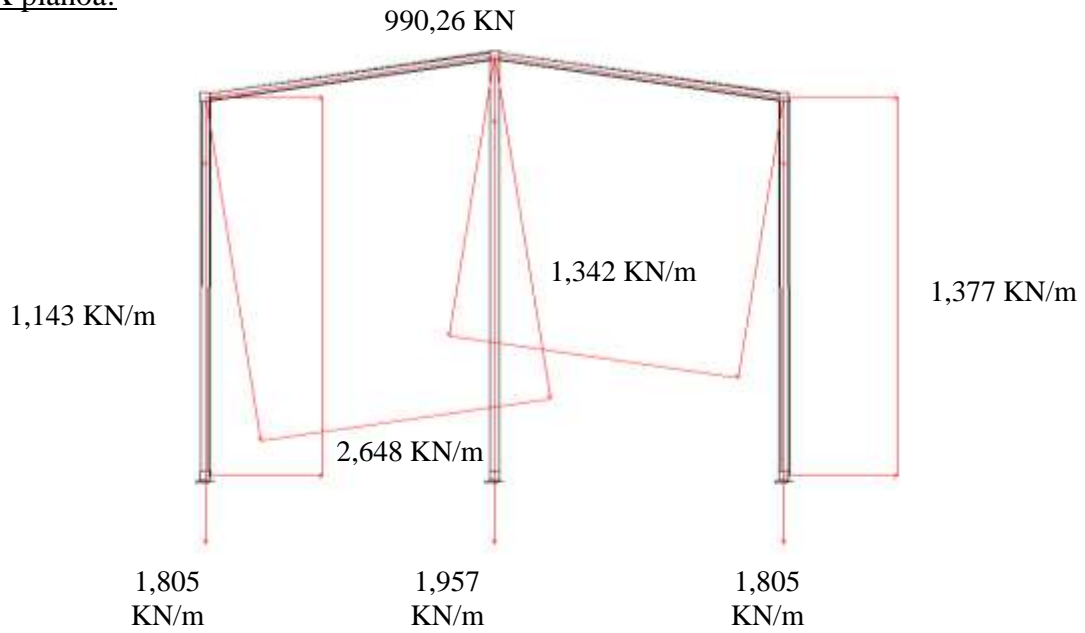
Z ardatzean, $Z < Z_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

Y ardatzean, $Y < Y_{\max} \Leftrightarrow$ Betetzen du

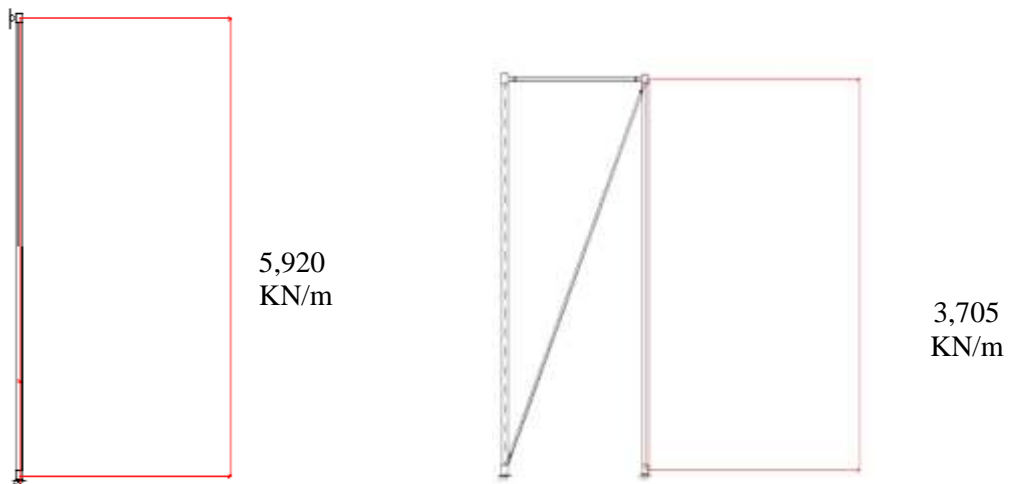
P+ VIP Qk2 konbinazioa

ZX plano:

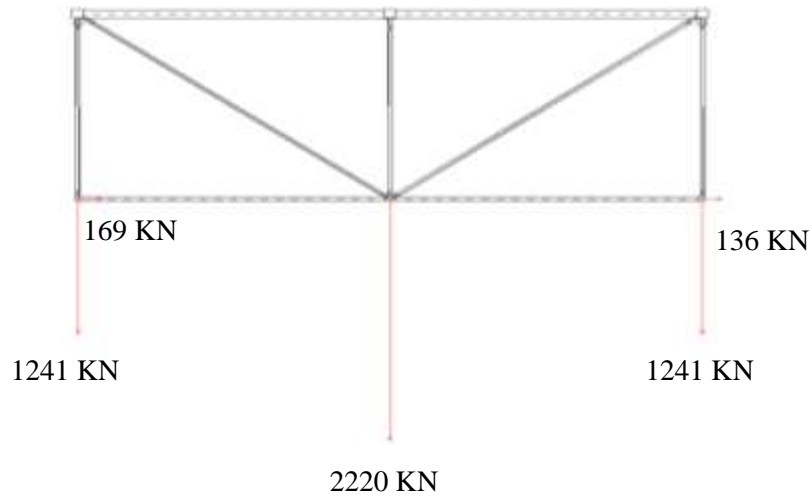


108. Irudia: Portiko hastialetan aplikatutako kargak ZX planoan .

ZY plano



109. Irudia: Zutabe hastialetan aplikatutako kargak ZY planoan.

XY plano

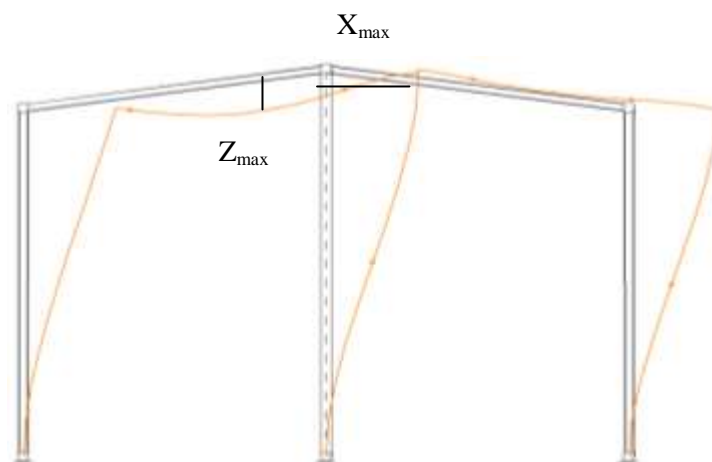
110. Irudia: Portiko hastialetako jazenetan aplikatutako kargak XY planoan.

Jasan dezakeen gezia ondorengoa da:

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

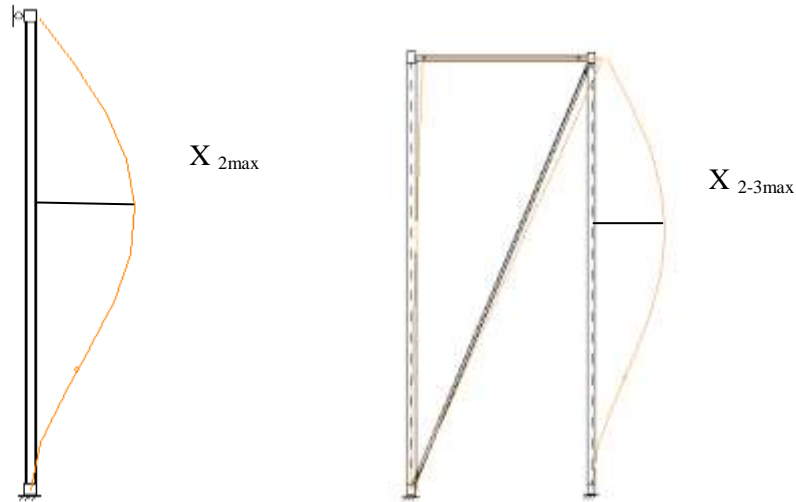
Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

Geziaren diagramak hurrengoak dira *1 portikorako P+ VIP Qk2 konbinaziorako*:

ZX Planoa:

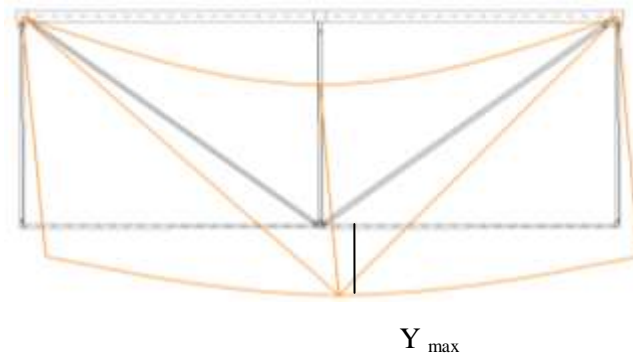
111.Irudia: Aplikatutako kargak portikoaren ZX planoan sortzen duten gezi maximoak

ZY Planoa



112. Irudia: Aplikatutako kargek zutabe hastialetako ZY planoan sortzen duten duten gezi maximoak.

YX Planoa:



113. Irudia: Aplikatutako kargek jazenetako YX planoan sortzen duten gezi maximoa-

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoa hurrengoa da:

Jazenak:

Z ardatza: 11,3mm

Y ardatza: 0,7 mm

1 eta 3 zutabeak:

X ardatza: 39,5 mm

Y ardatza: 24,1 mm

2 zutabeak:

X ardatza: 38,7 mm

Y ardatza: 19,5 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max}$ \Rightarrow Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max}$ \Rightarrow Betetzen du

Y ardatzean, $Y < Y_{\max}$ \Rightarrow Betetzen du

ZEL – ren konprobaketak hipotesi kaltegarrientarako egin ondoren jazenentzako IPE 220 perfilak eta zutabeentzako HEB 220 perfilak egokiak direla erabaki da. Beraz, hurrengo kalkuluak perfil hauetatik abiatuz egingo dira.

- **AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

P+ VIS

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	3,280	1,103	0,515	0	0
JAZENA2		3,280	1,103	-0,464	0	0
JAZENA1	Qk2	3,280	0,551	1,031	0	0
JAZENA2		3,280	0,551	-0,928	0	0
JAZENA1	Qk3	3,280	0,551	0,515	1,448	1,485
JAZENA2		3,280	0,551	-0,464	1,448	1,485

124. Taula: Portiko hastialetako jazenen AEL hipotesi konbinazioa.

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>			<u>Akzio aldakorrak</u>	
		Zutabeen pisu propioa Gk1 (N/mm)	Korreetako pisu propioa (N)	Fatxadako pisua (N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	0,965	0,955	0,528	1,743	-1,924
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-3,244
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-0,376	-1,924
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	0,965	0,955	0,528	-1,743	-3,847
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-6,487
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-0,376	-3,847
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	0,965	0,955	0,528	1,743	-1,924
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-3,244
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-0,376	-1,924

125. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa.

Ematizak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	4,899	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,743	-1,924
JAZENA2		3,919	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-3,244
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-0,376	-1,924
JAZENA1	<u>Qk2</u>	4,863	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	-1,743	-3,847
JAZENA2		2,903	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-6,487
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-0,376	-3,847
JAZENA1	<u>Qk3</u>	5,313	1485,40	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,743	-1,924
JAZENA2		4,333	1485,40	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-3,244
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-0,376	-1,924

126. Taula: Portiko hastialetako AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

P+ VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak		Akzio aldakorrak		
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	3,280	1,103	-0,141	0	0
JAZENA2		3,280	1,103	-1,120	0	0
JAZENA1	Qk2	3,280	0,551	-0,281	0	0
JAZENA2		3,280	0,551	-0,929	0	0
JAZENA1	Qk3	3,280	0,551	-0,141	1,448	1,485
JAZENA2		3,280	0,551	-1,120	1,448	1,485

127. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1 (N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,965	0,955	0,528	1,087	-2,778
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-4,44
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-1,0327	-2,778
ZUTABEA1	Qk2	0,965	0,955	0,528	2,175	-5,557
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-8,88
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-2,065	-5,557
ZUTABEA1	Qk3	0,965	0,955	0,528	1,087	-2,778
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-4,44
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-1,0327	-2,778

128. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa.

Ematizak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	4,645	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,087	-2,778
JAZENA2		3,315	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-4,44
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-1,033	-2,778
JAZENA1	<u>Qk2</u>	3,602	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	2,715	-5,557
JAZENA2		2,955	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-8,88
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-2,065	-5,557
JAZENA1	<u>Qk3</u>	4,708	1485,40	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,087	-2,778
JAZENA2		3,729	1485,40	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-4,44
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-1,033	-2,778

129. Taula: Portiko hastialetako AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

X+ VIS

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	3,280	1,103	0,516	0	0
JAZENA2		3,280	1,103	-0,464	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	3,280	0,551	-1,031	0	0
JAZENA2		3,280	0,551	-0,929	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	3,280	0,551	0,516	1,448	1,485
JAZENA2		3,280	0,551	-0,464	1,448	1,485

130. Taula: Portiko hastialetako jazeten AEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,965	0,955	0,528	1,744	-1,923
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-3,244
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-0,376	-1,923
ZUTABEA1	Qk2	0,965	0,955	0,528	3,487	-3,847
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-6,487
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-0,753	-3,847
ZUTABEA1	Qk3	0,965	0,955	0,528	1,744	-1,923
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-3,244
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-0,376	-1,923

131. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa.

Ematizak:

	Oinarrizko Karga	Jazenetan aplikatutako karga	Erabilpen gainkarga puntuala		Zutabeen pisu propioa	Petralak	Haizea	Zutabeetan
		(N/mm)	(N)			(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	Qk1	2,883	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,744	-1,923
JAZENA2		2,838	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-3,244
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-0,376	-1,923
JAZENA1	Qk2	1,935	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	3,487	-3,847
JAZENA2		1,845	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-6,487
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-0,753	-3,847
JAZENA1	Qk3	3,849	1485,40	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,744	-1,923
JAZENA2		3,804	1485,40	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-3,244
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-0,376	-1,923

132. Taula: Portiko hastialetako AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

X+ VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	3,280	1,103	-1,605	0	0
JAZENA2		3,280	1,103	-1,650	0	0
JAZENA1	Qk2	3,280	0,551	-3,210	0	0
JAZENA2		3,280	0,551	-3,300	0	0
JAZENA1	Qk3	3,280	0,551	-1,605	1,448	1,485
JAZENA2		3,280	0,551	-1,650	1,448	1,485

133. Taula: Portiko hastialetako jazenen AEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1 (N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,965	0,955	0,528	1,087	-2,778
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-4,44
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-1,0327	-2,778
ZUTABEA1	Qk2	0,965	0,955	0,528	2,175	-5,557
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-8,88
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-2,065	-5,557
ZUTABEA1	Qk3	0,965	0,955	0,528	1,087	-2,778
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	-4,44
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-1,0327	-2,778

134. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa.

Ematizak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petalak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	2,779	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,087	-2,778
JAZENA2		2,734	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-4,44
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-1,0327	-2,778
JAZENA1	<u>Qk2</u>	0,622	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	2,175	-5,557
JAZENA2		0,532	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-8,88
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-2,065	-5,557
JAZENA1	<u>Qk3</u>	3,193	1485,40	ZUTABEA1	0,965	1,483	1,087	-2,778
JAZENA2		3,148	1485,40	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	-4,44
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-1,0327	-2,778

135. Taula: Portiko hastialetako AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

1 AB eta 1 BC X + VIS

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>	<u>Akzio aldakorrak</u>			
		Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	3,280	1,103	-1,567	0	0
JAZENA2		3,280	1,103	-1,567	0	0
JAZENA1	<u>Qk2</u>	3,280	0,551	-3,135	0	0
JAZENA2		3,280	0,551	-3,135	0	0
JAZENA1	<u>Qk3</u>	3,280	0,551	-1,567	1,448	1,485
JAZENA2		3,280	0,551	-1,567	1,448	1,485

136. Taula: Portiko hastialetako jazeten AEL hipotesi konbinazioa.

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio iraunkorrak</u>			<u>Akzio aldakorrak</u>	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	<u>Qk1</u>	0,965	0,955	0,528	-1,384	2,182
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	3,925
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-1,384	2,182
ZUTABEA1	<u>Qk2</u>	0,965	0,955	0,528	-2,768	4,364
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	7,850
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-2,768	4,364
ZUTABEA1	<u>Qk3</u>	0,965	0,955	0,528	-1,384	2,182
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	3,925
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-1,384	2,182

137. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa.

Ematizak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	<u>Qk1</u>	2,316	0	ZUTABEA1	0,965	-1,384	2,182
JAZENA2			2,316	0	ZUTABEA2	0,965	0	3,925
					ZUTABEA3	0,965	-1,384	2,182
JAZENA1	<u>Qk2</u>	<u>Qk2</u>	0,749	0	ZUTABEA1	0,965	-2,768	4,364
JAZENA2			0,749	0	ZUTABEA2	0,965	0	7,850
					ZUTABEA3	0,965	-2,768	4,364
JAZENA1	<u>Qk3</u>	<u>Qk3</u>	3,282	1485,40	ZUTABEA1	0,965	-1,384	2,182
JAZENA2			3,282	1485,40	ZUTABEA2	0,965	0	3,925
					ZUTABEA3	0,965	-1,384	2,182

138. Taula: Portiko hastialetako AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

1 AB eta 1 BC X + VIP

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak	Akzio aldakorrak			
			Gk1 (N/mm)	Qk1(Elurra) (N/mm)	Qk2 (Haizea) (N/mm)	Qk3(Erb.Gaink.) (N/mm)
JAZENA1	Qk1	3,280	1,103	-2,223	0	0
JAZENA2		3,280	1,103	-2,223	0	0
JAZENA1	Qk2	3,280	0,551	-4,447	0	0
JAZENA2		3,280	0,551	-4,447	0	0
JAZENA1	Qk3	3,280	0,551	-2,223	1,448	1,485
JAZENA2		3,280	0,551	-2,223	1,448	1,485

139. Taula: Portiko hastialetako jazenen AEL hipotesi konbinazioa.

	Oinarrizko karga	Akzio iraunkorrak			Akzio aldakorrak	
		Zutabeen pisu propioa Gk1(N/mm)	Korreetako pisu propioa(N)	Fatxadako pisua(N)	XZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZ norabidean Haizea Zutabeetan (N/mm)
ZUTABEA1	Qk1	0,965	0,955	0,528	-2,04	1,327
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	2,655
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-2,04	1,327
ZUTABEA1	Qk2	0,965	0,955	0,528	-4,08	2,654
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	5,310
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-4,08	2,654
ZUTABEA1	Qk3	0,965	0,955	0,528	-2,04	1,327
ZUTABEA2		0,965	1,08	0,597	0	2,655
ZUTABEA3		0,965	0,955	0,528	-2,04	1,327

140. Taula: Portiko hastialetako zutabeen AEL hipotesi konbinazioa

Ematizak:

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Jazenetan aplikatutako karga</u>	<u>Erabilpen gainkarga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa</u>	<u>Petralak</u>	<u>Haizea</u>	<u>Zutabeetan</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)	(N/mm)	XZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)	YZnorabidea Haizea Zutabeetan (N/mm)
JAZENA1	<u>Qk1</u>	1,608	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	-2,04	1,327
JAZENA2		1,608	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	2,655
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-2,04	1,327
JAZENA1	<u>Qk2</u>	-0,615	0	ZUTABEA1	0,965	1,483	-4,08	2,654
JAZENA2		-0,615	0	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	5,310
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-4,08	2,654
JAZENA1	<u>Qk3</u>	2,574	1485,40	ZUTABEA1	0,965	1,483	-2,04	1,327
JAZENA2		2,574	1485,40	ZUTABEA2	0,965	1,676	0	2,655
				ZUTABEA3	0,965	1,483	-2,04	1,327

141. Taula: Portiko hastialetako AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

Aurreko hipotesi konbinazio guztien kalkuluek sortzen dituzten balioak CESPLA programarekin konprobatu eta gero, portikoetan eragin kaltegarrienak hipotesi konbinazio ezberdin bik sortzen dituzte, eta biak konprobatuko dira. Honen arrazoia elementuak plano ezberdin bitan kargak jasotzen dituelako da. ZX planoan P+VIS egoerako Qk3 konbinazioa izango da, eta YZ planoan P+VIP egoerako Qk2 egoera.

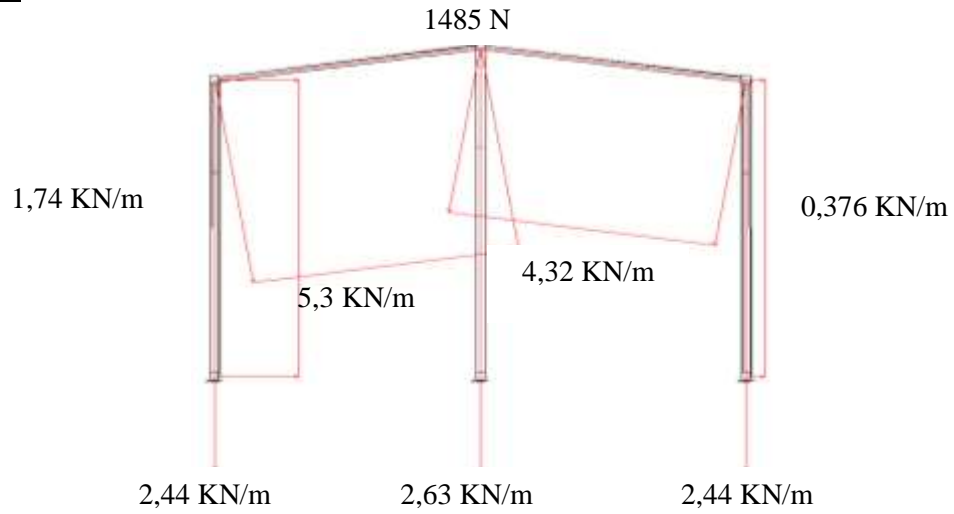
Honela ba, hurrengo konprobaketetan egoera kaltegarri biak sortutako egoerak konprobatuko dira, eta 1 eta 7 portikoen diseinua gauzatzeko erabiliko dira.

Beraz portikoei eragingo dizkieten kargak hurrengoak dira:

Solido askea:

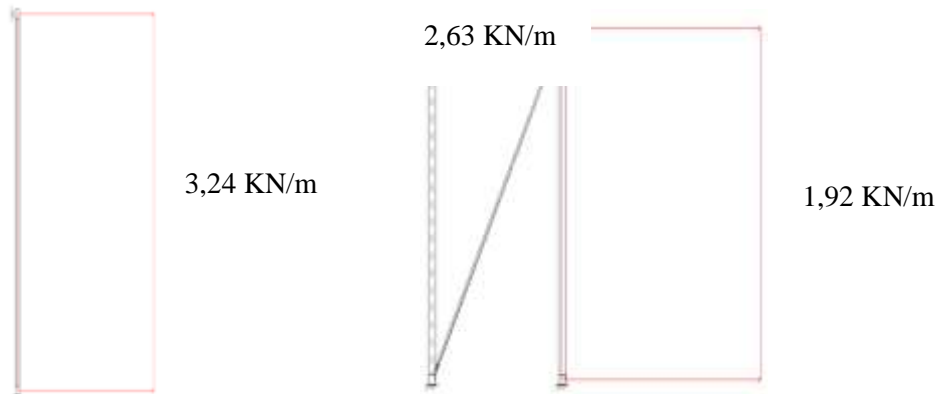
P+VIS Qk3 konbinazioa:

ZX Planoa:

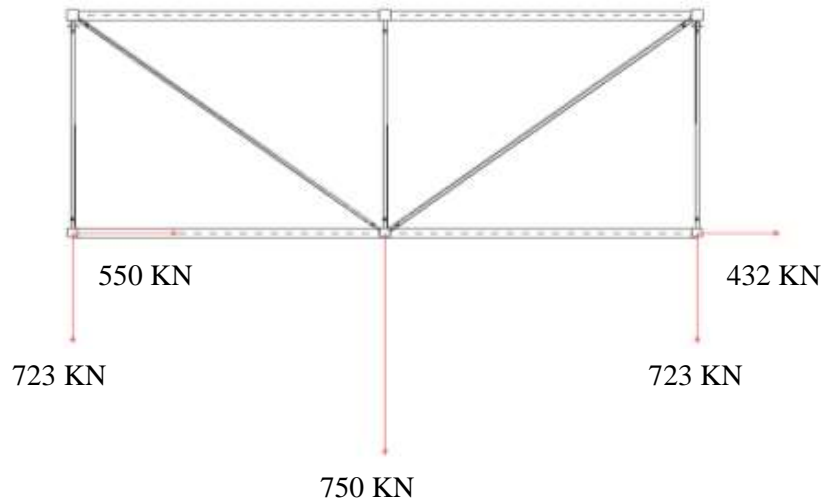


114. Irudia: Portiko hastialetan aplikatutako kargak ZX planoan .

ZY Planoa:



115. Irudia: Zutabe hastialetan aplikatutako kargak ZY planoan.

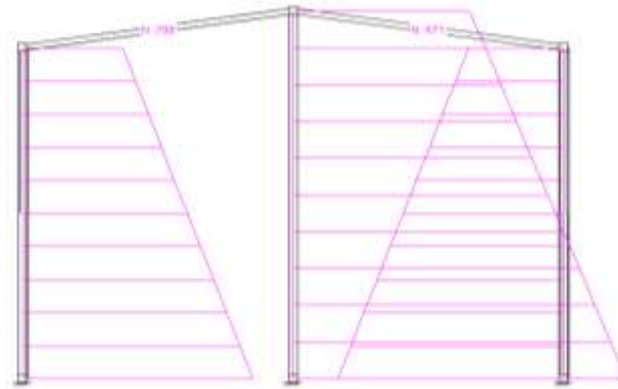


116. Irudia: Portiko hastialetako jazenetan aplikatutako kargak ZY planoan.

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira portikoetan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

ZX Planoa:

Esfortzu Axiala:



117. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako N_{Ed} indarrak.

Egiturako erreakzioen balio nagusiak hurrengoak dira:

1 Jazena:

N:-7990,32N

2 Jazena:

N:-6711.41 N

1 Zutabea:

N: -38736,4 N

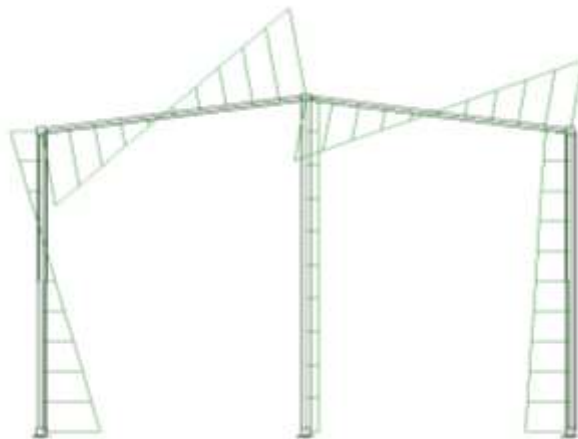
2 Zutabea:

N:-56061,1 N

3 Zutabea:

N:-38024,5 N

Esfortzu Ebakitzaila:



118. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{Ed} indarrak.

1 Jazena:

$V_{zEd_{max}}$:19110, N

2 Jazena:

$V_{zEd_{max}}$: 15418,1 N

1-Zutabea:

$V_{zEd_{max}}$: 10183,7 N

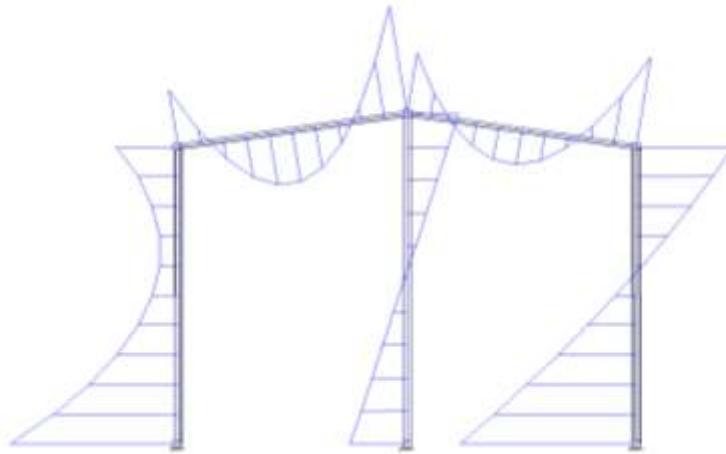
2-Zutabea:

$V_{zEd_{max}}: 2153,37 \text{ N}$

3-Zutabea:

$V_{zEd_{max}}: 7718,4 \text{ N}$

Momentu Markurtzailea:



119. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{yEd} indarrak.

1 Jazena:

$M_{yEd}: 23265800 \text{ Nmm}$

2 Jazena:

$M_{yEd}: 19217000 \text{ Nmm}$

1-Zutabea:

$M_{yEd}: 33257600 \text{ Nmm}$

2-Zutabea:

$M_{yEd}: 11283500 \text{ Nmm}$

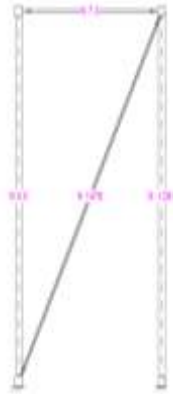
3-Zutabea:

$M_{yEd}: 35001100 \text{ Nmm}$

ZY Planoa:

Esfortzu Axiala:

* *Korreetako balioak bakarrik dira baliagarriakatal honetan*

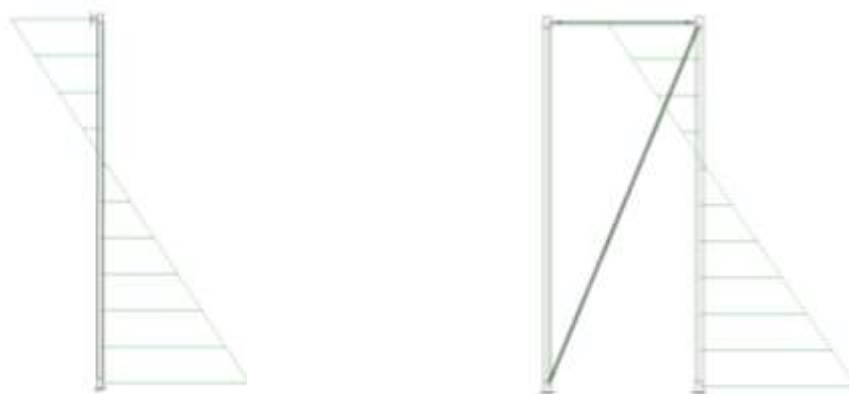


120. Irudia: Aplikatutako kargak Zutabeetako “San Andres” gurutzeetan eragindako N_{Ed} indarrak.

Petrala:

N: 14760N

Esfortzu ebakitzaila:



121. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{Ed} indarrak.

1 Zutabea:

$V_{yEd_{max}}$: -12200 N

2 Zutabea:

$$V_{yEd_{max}}: -12500\text{N}$$

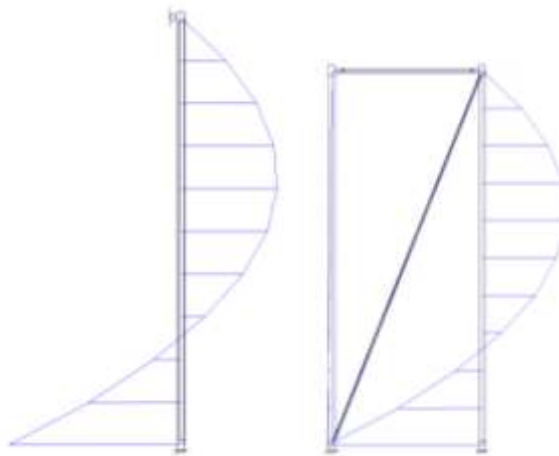
3 Zutabea:

$$V_{yEd_{max}}: -12200\text{ N}$$

Korreak:

$$V_{yEd_{max}}: 0\text{ N}$$

Momentu Makurtzailea:



122. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{zEd} momentuak.

1-Zutabea:

$$M_{zEd}: 22325500\text{Nmm}$$

2-Zutabea:

$$M_{zEd}: -25000000\text{ Nmm}$$

3-Zutabea:

$$M_{zEd}: 22325500\text{ Nmm}$$

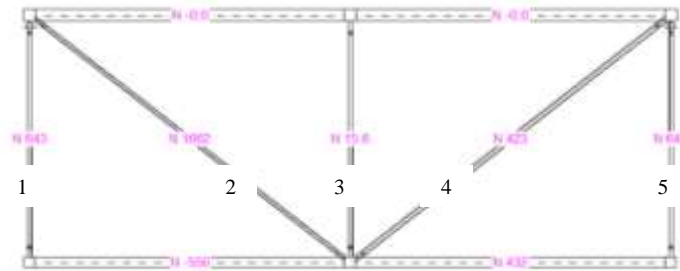
Korreak:

$$M_{zEd}: 0\text{ Nmm}$$

XY Planoa

*Plano honetankorreetako balioak bakarrik hartuko dira kotutan, beste elementuen balioak mesprextatuz.

Esfortzu Axiala:



123. Irudia: Aplikatutako kargak jasenetako “San Andres” gurutzeetan eragindako N_{Ed} indarrak.

1 Korrea:

N: 6430 N

2 Korrea:

N : 16620 N

3 Korrea:

N : 156 N

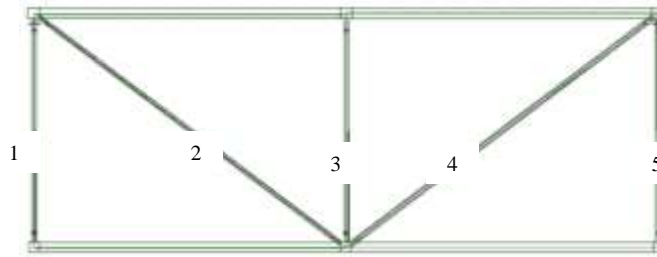
4 Korrea:

N:423 N

5 Korrea:

N: 6430 N

Esfortzu Ebakitzailea:



124. Irudia: Aplikatutako kargak jasenetako “San Andres” gurutzetean eragindako V_{yEd} indarrak.

1 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

2 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

3 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

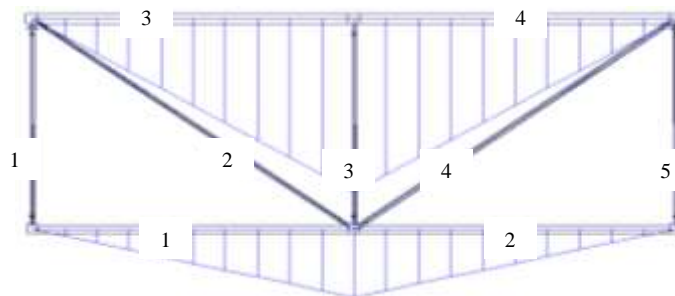
4 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

5 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

Momentu Makurtzaileak:



125.. Irudia: Aplikatutako kargak jasenetako “San Andres” gurutzetean eragindako M_{zEd} indarrak.

1 Korrea:

M_{zEd} : 0 N

2 Korrea:

M_{zEd} : 0 N

3 Korrea:

M_{zEd} : 0 N

4 Korrea:

M_{zEd} 0 N

5 Korrea:

M_{zEd} : 0 N

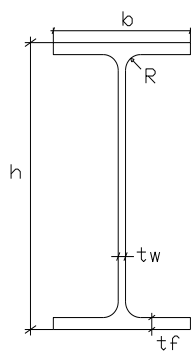
1 eta 2 habeak:

M_{zEd} : 20110 N

2 eta 3 habeak:

M_{zEd} : 50834,9 N

* Atal honetan $Qk3$ P+ VIS konbinazio hipotesian sortutako balioak bakarrik aztertuko dira, korreetako balioak izan ezik, hauek hurrengo atalean aurkeztuko direlaik.



Jazenak eraikitzeko IPE 220 erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

$A(\text{mm}^2)$	3340	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$252 \cdot 10^3$
$I_y(\text{mm}^4)$	$27,7 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$286 \cdot 10^3$
$I_z(\text{mm}^4)$	$2,05 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$58,0 \cdot 10^3$
h (mm)	220	tf (mm)	9,2
b (mm)	110	tw (mm)	5,9
r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$9,0710^4$

142.Taula: IPE 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} C = 220 - 2 \cdot 9,2 = 201,6 \text{ mm} \\ t = t_w = 5,9 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 34,17$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \\ N_{Ed} = A \cdot f_y d \\ N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_y d \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z = 0,821 \text{ mm} \end{array}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{201,6}{2} + 2,59 = 201,6 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,504$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,52 - 1} = 64,59$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 34,17 \leq 64,59 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{110 - 5,9 - 2 \cdot 12}{2} = 40,5 \text{ mm} \\ t = t_f = 9,2 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 4,35$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,35 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ N}$
 - $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{175}{\sqrt{3}} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ N}$
- Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 220 \cdot 5,9 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$7,2 \cdot 10^4 \leq 1,9 \cdot 10^5 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 7,49 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{yd} = 5,80 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,52 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{2537,8}{2,78 \cdot 10^6} + \frac{2,32 \cdot 10^7}{2,75 \cdot 10^8} + \frac{3,81 \cdot 10^5}{1,52 \cdot 10^7} = 3,21 \cdot 10^{-1}$$

$$0,19 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{6500^2} 1,285 \cdot 29,02^2 = 1,24 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C^* = 201,6 \cdot 0,50 = 101,21 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 101,21 = 33,87 \text{ mm}$$

$$A_f = 110 \cdot 9,2 + 5,9 \cdot 33,87 = 1211,85 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 9,2 \cdot 110^3 + \frac{1}{12} \cdot 33,87 \cdot 5,9^3 = 10,21 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{10,21 \cdot 10^5}{1211,85}} = 28,98 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{6500} \sqrt{81000 \cdot 9,070 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 2,05 \cdot 10^6} =$$

$$M_{LTV} = 3,27 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(1,24 \cdot 10^7)^2 + (3,27 \cdot 10^7)^2} = 3,58 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,86 \cdot 10^5 \cdot 275}{3,58 \cdot 10^7}} = 1,49 \longrightarrow \text{a kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,37$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,36 \cdot 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,70 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 1,21 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$1,21 \cdot 10^7 \leq 2,70 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimarenmaspilduraaurrekofrogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 9,2 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 177,6 \text{ mm} \\ t &= t_w = 5,9 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 30,10$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$30,01 \leq 64,4 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{ply}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

143. Taula:Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ mm}$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 6500 = 3250 \text{ mm}$$

$$i_y = 91,1 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{220}{110} = 2 \geq 1,2 \\ t = t_f = 9,2 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : a kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : b kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{3250}{91,1} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,41 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 0,95$$

$$\lambda_z = \frac{945}{24,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,44 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 0,91$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{NEd}{\chi_y * N_c R_d} \quad K_y = 1 + (0,41 - 0,2) \frac{39176,1}{0,95 \cdot 8,74 \cdot 10^5} = 1$$

Non:

$$\lambda_y = 0,41$$

$$\chi_y = 0,95$$

$$N_{Ed} = 39176,1 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,47 = 0,517$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 6,35 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,21 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \rightarrow \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,52 \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{cRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 0,44 - 0,2) \frac{2537,8}{0,91 \cdot 8,74 \cdot 10^5} = 1$$

Non:

$$\lambda_z = 0,44$$

$$X_z = 0,91$$

$$N_{ed} = 2537,82 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\alpha_z = 0,6$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,47 = 0,517$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 6,35 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,21 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \rightarrow \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,52 \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{2537,82}{0,95 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,475 \cdot 1,21 \cdot 10^7}{0,37 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1 \cdot 0,48 \cdot 3,81 \cdot 10^5}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,22 \leq 1 \Leftrightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

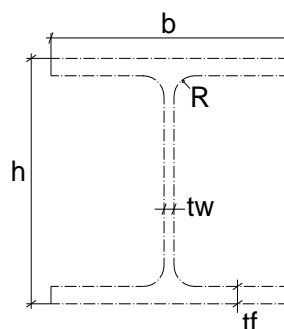
$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,44}{(0,549 - 0,25)} \frac{56061,1}{0,93 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

$$\frac{2537,82}{0,93 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 1,21 \cdot 10^7}{0,37 \cdot 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,48 \cdot 3,81 \cdot 10^5}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,45 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Hurrengo atalean 1 eta 7 portikoetako 2 (erdiko) zutabekokalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 220 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	9100	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$736 \cdot 10^4$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$57 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$828 \cdot 10^4$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$20 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$394 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	t_f (mm)	16
	b (mm)	220	t_w (mm)	9,5
	r (mm)	18	$I_T(\text{mm}^4)$	$84,4 \cdot 10^4$

144.Taula: HEB 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{aligned} C &= 220 - 2 \cdot 16 = 188 \text{ mm} \\ t &= t_w = 9,5 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 19,78$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{C}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_y d \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_y d \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z &= 11,26 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{188}{2} + 11,26 = 188 \cdot \alpha \Rightarrow 0,56$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,56 - 1} = 58,3$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 19,78 \leq 58,3 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{220 - 9,5 - 2 \cdot 18}{2} = 87,25 \text{ mm} \\ t &= t_f = 17,5 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 5,45$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,45 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 5,6 \cdot 10^4 \text{ N}$
 - $V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{175}{\sqrt{3}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{ N}$
- Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 220 \cdot 9,5 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$5,6 \cdot 10^4 \leq 3,16 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 12,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,03 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{56061,1}{2,38 \cdot 10^6} + \frac{2,50 \cdot 10^7}{2,17 \cdot 10^8} + \frac{1,13 \cdot 10^8}{1,03 \cdot 10^8} = 2,48 \cdot 10^{-1}$$

$$0,25 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 7,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{10000^2} 1,285 \cdot 60,7^2 = 7,22 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C^* = 188 \cdot 0,56 = 105,26 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 105,26 = 35,08 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 16 + 9,5 \cdot 30,08 = 3853 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 16^3 + \frac{1}{12} \cdot 35,08 \cdot 9,5^3 = 14,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{14,19 \cdot 10^6}{3853}} = 60,70 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{10000} \sqrt{81000 \cdot 8,44 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 2,84 \cdot 10^7}$$

$$M_{LTV} = 2,58 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,58 \cdot 10^8)^2 + (7,22 \cdot 10^7)^2} = 26,67 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{8,28 \cdot 10^5 \cdot 275}{26,67 \cdot 10^9}} = 0,922 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,64$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,39 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 2,5 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$2,5 \cdot 10^7 \leq 1,39 \cdot 10^8 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren mampildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 16 \cdot 2 - 18 \cdot 2 = 152 \text{ mm} \\ t &= t_w = 9,5 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$17 \leq 64,4 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

145. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1500 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_z = 55,9 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 10000 = 7000 \text{ mm}$$

$$i_y = 94,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{220}{220} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{7000}{94,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,85 \quad \longrightarrow \quad \chi_y = 0,72$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{55,9} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,21 \quad \longrightarrow \quad \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{NEd}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,85 - 0,2) \frac{56061,1}{0,72 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 1,021$$

Non:

$$\lambda_y = 0,85$$

$$\chi_y = 0,72$$

$$N_{Ed} = 56061,1 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,56 = 0,548$$

$$Ma = 8,05 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mh = -1,13 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,56 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_Z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 0,21 - 0,2) \frac{56061,1}{1,2,38 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_z = 0,21$$

$$\chi_z = 1$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 56061 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,713 = 0,67$$

$$Ma = 8,05 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mh = -1,13 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,713 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{56061,1}{0,72 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,548 \cdot 2,5 \cdot 10^7}{0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot 1,13 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,09 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

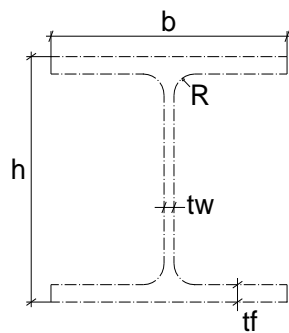
$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,42}{(0,549 - 0,25)} \frac{56061,1}{0,9 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

$$\frac{56061,1}{0,9 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 2,5 \cdot 10^7}{0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,67 \cdot 1,13 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}}$$

$0,28 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du

Hurrengo atalean 1 eta 7 portikoetako 1 eta 3(muturreko) zutabeetako kalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 220 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	9100	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$736 \cdot 10^4$
$I_y(\text{mm}^4)$	$57 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$828 \cdot 10^4$
$I_z(\text{mm}^4)$	$20 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$394 \cdot 10^3$
h (mm)	220	t_f (mm)	16
b (mm)	220	t_w (mm)	9,5
r (mm)	18	$I_T(\text{mm}^4)$	$84,4 \cdot 10^4$

146.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 220 - 2 \cdot 16 = 188 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{C} \right\} c/t = 19,78$$

$$t = t_w = 9,5 \text{ mm}$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \left. \vphantom{\frac{c}{2} + z} \right\} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \quad \left. \vphantom{N_{Ed}} \right\} Z = 7,64 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{188}{2} + 11,26 = 188 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,54$$

$$\frac{396 \cdot E}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,56 - 1} = 58,3$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1}$$

$$19,78 \leq 60,72 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{220 - 9,5 - 2 \cdot 18}{2} = 87,25 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17,5 \text{ mm}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$\left. \begin{array}{l} c/t = 5,45 \\ 5,45 \leq 8,32 \end{array} \right\} \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$- V_{Ed} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$- V_{pIRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{175}{\sqrt{3}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 220 \cdot 9,5 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$1,8 \cdot 10^4 \leq 3,16 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 12,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,03 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{38024,5}{2,38 \cdot 10^6} + \frac{3,50 \cdot 10^7}{2,17 \cdot 10^8} + \frac{2,23 \cdot 10^7}{1,03 \cdot 10^8} = 2,48 \cdot 10^{-1}$$

$0,17 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen da

Markurdura eta ebakitzailer:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 7,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{9000^2} 1,285 \cdot 60,7^2 = 8,94 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C_1 = 188 \cdot 0,54 = 101,64 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 101,64 = 33,88 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 16 + 9,5 \cdot 33,88 = 3841,84 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 16^3 + \frac{1}{12} \cdot 33,88 \cdot 9,5^3 = 14,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{14,19 \cdot 10^6}{3841}} = 60,79 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_Z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{9000} \sqrt{81000 \cdot 8,44 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 2,84 \cdot 10^7}$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = 2,86 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,86 \cdot 10^8)^2 + (8,94 \cdot 10^7)^2} = 3 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{8,28 \cdot 10^5 \cdot 275}{3 \cdot 10^9}} = 0,87 \longrightarrow \text{b kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,68$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 0,68 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,47 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$3,5 \cdot 10^7 \leq 1,47 \cdot 10^8 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 16 \cdot 2 - 18 \cdot 2 = 152 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 9,5 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 152 \text{ mm} \\ t = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70 \varepsilon$$

$$16 \leq 64,4 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

147. Taula:Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

Lc(XY)=0,7·1500= 1050 mm

iz=55,9 mm

Lc(Xz)=0,7·1500 = 1050 mm

iy=94,3 mm

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{b} = \frac{220}{220} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ & \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{aligned}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1050}{94,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,13 \quad \longrightarrow \quad \chi_y = 1$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{55,9} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,21 \quad \longrightarrow \quad \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \qquad K_y = 1 + (0,13 - 0,2) \frac{38024,5}{1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,13$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 38024,5 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,46 = 0,53$$

$$M_a = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,92 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,54 \quad \longrightarrow \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{cRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 0,21 - 0,2) \frac{38024,5}{1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_z = 0,21$$

$$\chi_z = 1$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 56061 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,54 = 0,532$$

$$M_a = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -2,23 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,54 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{38024,5}{1 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,548 \cdot 3,5 \cdot 10^7}{0,68 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1 \cdot 0,53 \cdot 2,23 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,21 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{C,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,48}{(0,549 - 0,25) \cdot 0,9 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

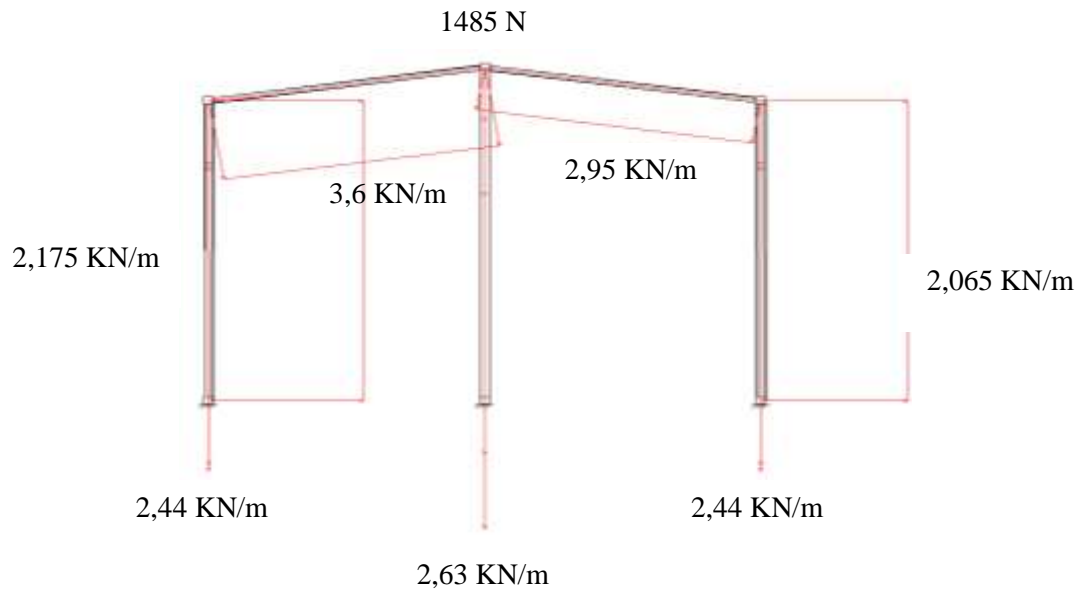
$$\frac{38024,5}{0,9 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 3,5 \cdot 10^7}{0,68 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,63 \cdot 2,23 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,3 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Aurreko kalkuluetan ikus bezala, nabearen portiko hastialen diseinua egiteko erabiliko diren perfilak, CTE DB- SE -ek eta Eurokodeak ezartzen dituzten baldintzak betetzen dituzte.

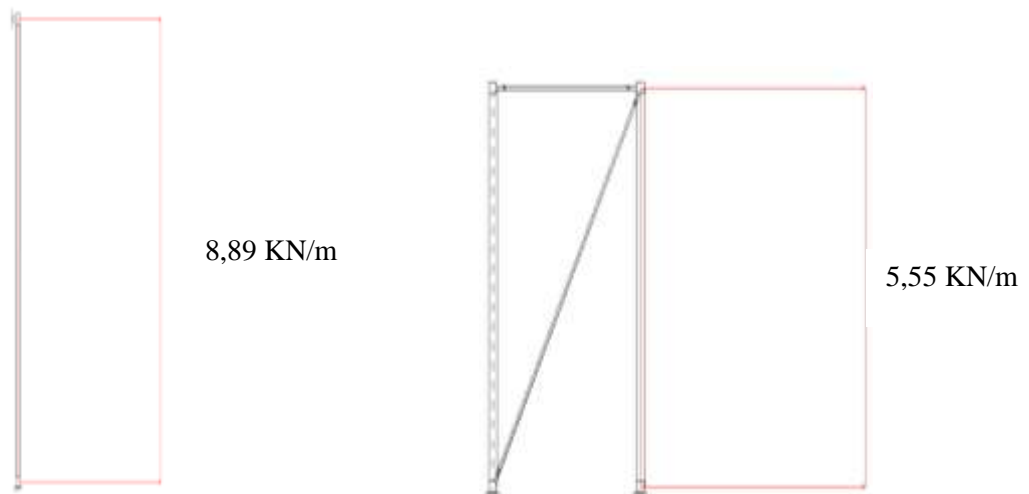
P+VIP egoerako Q_k2 :

ZX Planoa:



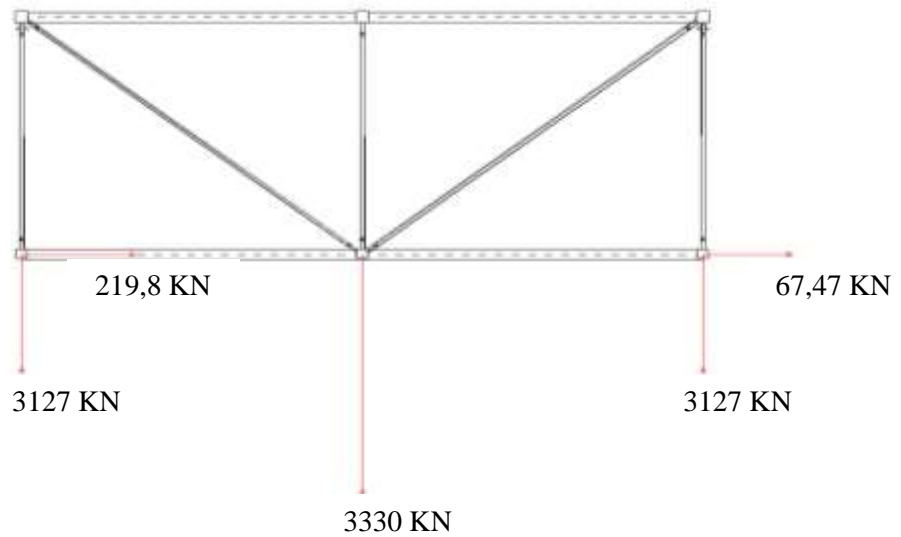
126. Irudia: Portiko hastialetan aplikatutako kargak ZX planoan .

ZY Planoa:



126. Irudia: Zutabe hastialetan aplikatutako kargak ZY planoan.

XY Planoa

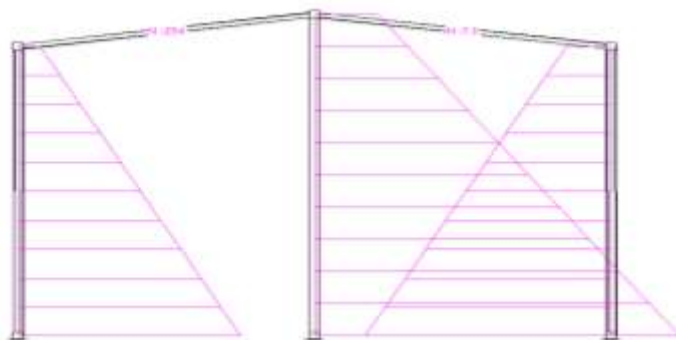


127. Irudia: Portiko hastialetako jazenetan aplikatutako kargak ZY planoan.

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira portikoetan. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

ZX Planoa:

Esfortzu Axiala:



128. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako N_{Ed} indarrak.

Egiturako erreakzioen balio nagusiak hurrengoak dira:

1 Jazena:

$N:- 2537,82N$

2 Jazena:

$N: -70 N$

1 Zutabea:

$N:-24049 N$

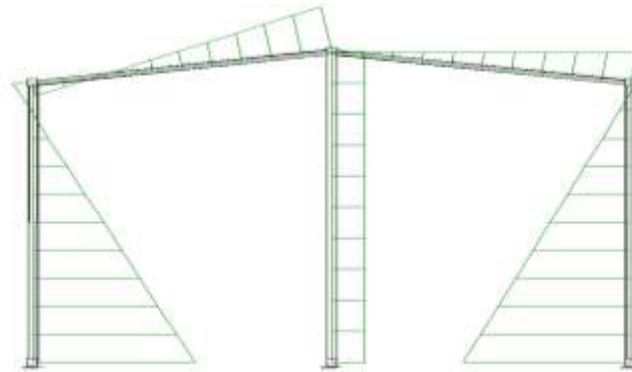
2 Zutabea:

$N:-39176,1N$

3 Zutabea:

$N:-26491N$

Esfortzu Ebakitzaila:



129. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{Ed} indarrak.

1 Jazena:

$V_{zEd_{max}}:7231N$

2 Jazena:

$V_{zEd_{max}}: 4892,7N$

1-Zutabea:

$$V_{zEd_{max}}: 17377N$$

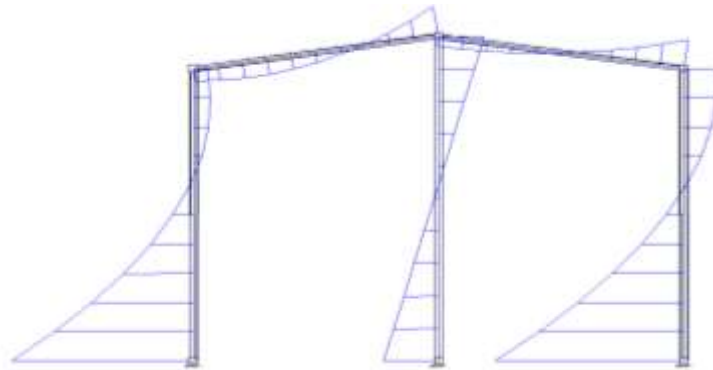
2-Zutabea:

$$V_{zEd_{max}}: 3522,5 N$$

3-Zutabea:

$$V_{zEd_{max}}: 17914,8N$$

Momentu Markurtzailea:



130. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{yEd} indarrak.

1 Jazena:

$$M_{yEd}: 12174700Nmm$$

2 Jazena:

$$M_{yEd}: 11820200 Nmm$$

1-Zutabea:

$$M_{yEd}: 63418500Nmm$$

2-Zutabea:

$$M_{yEd}: 19129100 Nmm$$

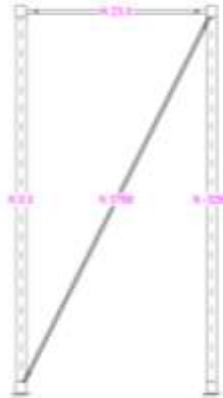
3-Zutabea:

$$M_{yEd}: 65760100 Nmm$$

ZY Planoa:

Esfortzu Axiala:

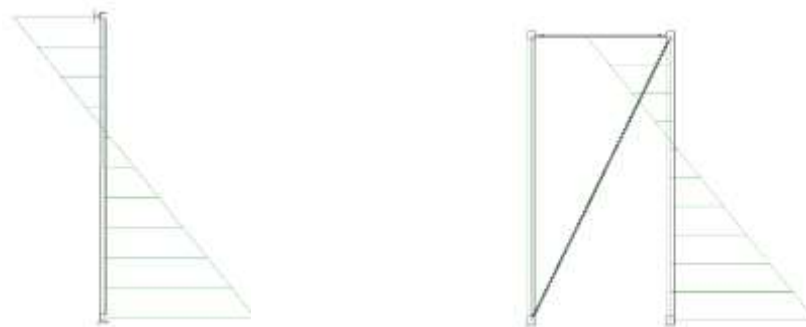
* *Korreetako balioak bakarrik dira baliagarriak atal honetan*



131. Irudia: Aplikatutako kargak Zutabeetako “San Andres” gurutzeetan eragindako N_{Ed} indarrak.

N: 37690 N

Esfortzu ebakitzailea:



132. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{Ed} indarrak

1 Zutabea:

$V_{yEd_{max}}$: 31275 N

2 Zutabea:

$$V_{yEd_{max}}: 55500 \text{ N}$$

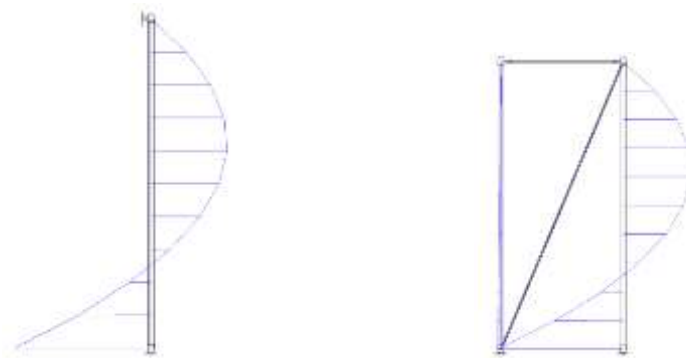
3 Zutabea:

$$V_{yEd_{max}}: 31275 \text{ N}$$

Korreak:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

Momentu Makurtzailea:



133. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{zEd} momentuak.

1-Zutabea:

$$M_{zEd}: 58369800 \text{ Nmm}$$

2-Zutabea:

$$M_{zEd}: 110000000 \text{ Nmm}$$

3-Zutabea:

$$M_{zEd}: 58369800 \text{ Nmm}$$

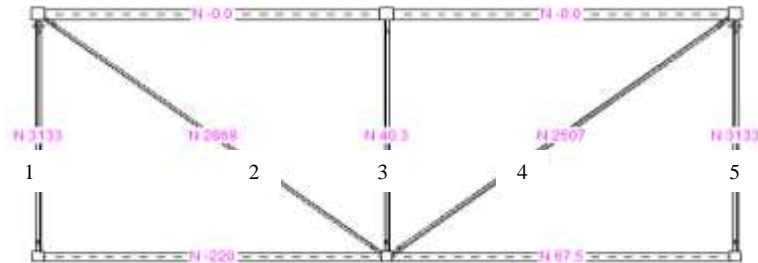
Korreak:

$$M_{zEd}: 0 \text{ Nmm}$$

XY Planoa

*Plano honetan petraletako balioak bakarrik hartuko dira kotutan, beste elementuen balioak mesprextatuz.

Esfortzu Axiala:



134. Irudia: Aplikatutako kargak jasenetako “San Andres” gurutzetan eragindako N_{Ed} indarrak.

1 Korrea:

N: 31330 N

2 Korrea:

N : 28690 N

3 Korrea:

N : 403 N

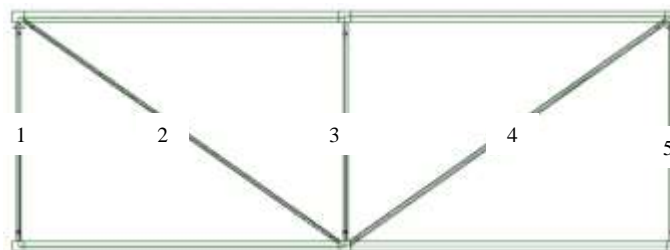
4 Korrea:

N 25070 N

5 Korrea:

N: 31330 N

Esfortzu Ebakitzalea:



135. Irudia: Aplikatutako kargak jasenetako “San Andres” gurutzetan eragindako $VyEd$ indarrak.

1 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

2 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

3 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

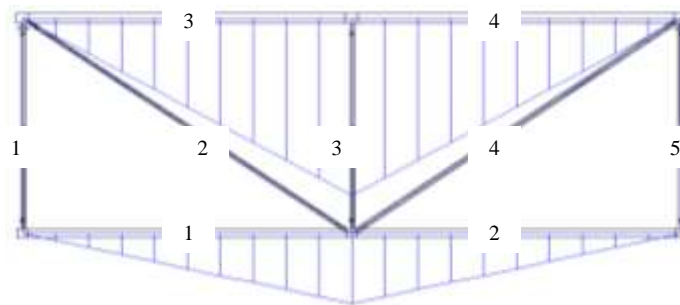
4 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

5 Korrea:

$$V_{yEd_{max}}: 0 \text{ N}$$

Momentu Makurtzaileak:



136. Irudia: Aplikatutako kargak jasenetako “San Andres” gurutzetean eragindako M_{zEd} indarrak.

1 Korrea:

$$M_{zEd}: 0 \text{ N}$$

2 Korrea:

$$M_{zEd}: 0 \text{ N}$$

3 Korrea:

$$M_{zEd}: 0 \text{ N}$$

4 Korrea:

$$M_{zEd}: 0 \text{ N}$$

5 Korrea:

M_{zEd} : 0 N

1 eta 2 habeak:

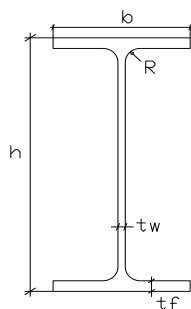
M_{zEd} : 381450 N

2 eta 3 habeak:

M_{zEd} : 1310870N

* Atal honetan $Qk2 P+ VIP$ konbinazio hipotesian sortutako balioak bakarrik aztertuko dira, korreetako balioak izan ezik, hauek hurrengo atalean aurkeztuko direlaik.

Jazenak eraikitzeko IPE 220 erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	3340	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$252 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^3)$	$27,7 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$286 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^3)$	$2,05 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$58,0 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	tf (mm)	9,2
	b (mm)	110	tw (mm)	5,9
	r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$9,0710^4$

148.Taula: IPE 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 220 - 2 \cdot 9,2 = 201,6 \text{ mm}$$

$$t = tw = 5,9 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = 220 - 2 \cdot 9,2 = 201,6 \text{ mm} \\ t = tw = 5,9 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 34,17$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \\ N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z = 2,59 \text{ mm} \end{array}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{201,6}{2} + 2,59 = 201,6 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,513$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,52 - 1} = 64,59$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 34,17 \leq 64,59 \Rightarrow \text{I. Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{110 - 5,9 \cdot 2 \cdot 12}{2} = 40,5 \text{ mm} \\ t = t_f = 9,2 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 4,35$$

$$\left. \begin{array}{l} 9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32 \end{array} \right\} 4,35 \leq 8,32 \Rightarrow \text{I. Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 1,9 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{175}{\sqrt{3}} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ N}$
-
- Non:
- $Av = h \cdot t_w = 220 \cdot 5,9 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$$1,9 \cdot 10^4 \leq 1,9 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 3440 \cdot \frac{275}{1.05} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 7,49 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{yd} = 5,80 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,52 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{7990}{2,78 \cdot 10^6} + \frac{2,32 \cdot 10^7}{2,75 \cdot 10^8} + \frac{2,1 \cdot 10^4}{1,52 \cdot 10^7} = 0,321 \cdot 10^{-1}$$

$$0,32 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailerik gabe:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 2,52 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{6500^2} 1,365 \cdot 28,98^2 = 1,25 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C^* = 201,6 \cdot 0,52 = 103,38 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 103,38 = 34,416 \text{ mm}$$

$$A_f = 110 \cdot 9,2 + 5,9 \cdot 34,416 = 1215,325 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 9,2 \cdot 110^3 + \frac{1}{12} \cdot 34,46 \cdot 5,9^3 = 10,21 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{10,21 \cdot 10^5}{1215,325}} = 28,98 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,365 \cdot \frac{\pi}{6500} \sqrt{81000 \cdot 9,070 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 2,05 \cdot 10^6} =$$

$$M_{LTV} = 3,27 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(1,25 \cdot 10^7)^2 + (3,3 \cdot 10^7)^2} = 3,52 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,86 \cdot 10^5 \cdot 275}{3,3 \cdot 10^7}} = 1,49 \longrightarrow \text{a kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,37$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,37 \cdot 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,77 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 2,32 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$2,32 \cdot 10^7 \leq 2,77 \cdot 10^7 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 9,2 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 177,6 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 5,9 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 177,6 \text{ mm} \\ t = 5,9 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 30,10$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0.92 = 64.4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$30,10 \leq 64.4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

149. Taula:Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ mm}$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,5 \cdot 6500 = 3250 \text{ mm}$$

$$i_y = 91,1 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\frac{h}{b} = \frac{220}{110} = 2 \geq 1.2$$

$$t = t_f = 9,2 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm}$$

y ardatzarekiko : a kurba

z ardatzarekiko : b kurba

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{3250}{91,1} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,41 \longrightarrow \chi_y = 0,95$$

$$\lambda_z = \frac{945}{24,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,439 \longrightarrow \chi_z = 0,93$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{CRd}}$$

$$K_y = 1 + (0,41 - 0,2) \frac{7990}{0,95 \cdot 8,74 \cdot 10^5} = 1,02$$

Non:

$$\lambda_y = 0,41$$

$$N_{Ed} = 7990 \text{ N}$$

$$\chi_y = 0,95$$

$$N_{CRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,47 = 0,475$$

$$M_a = 1,09 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -2,32 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_a &= 1,09 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h &= -2,32 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,47 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 0,439 - 0,2) \frac{7990}{0,93 \cdot 8,74 \cdot 10^5} = 1,002$$

Non:

$$\lambda_z = 0,439$$

$$\chi_z = 0,93$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 7990 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\alpha_z = 0,6$$

$$- C_{my} = 0,9$$

$$\frac{7990}{0,95 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,02 \cdot 0,475 \cdot 2,32 \cdot 10^7}{0,37 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1,002 \cdot 0,9 \cdot 2,01 \cdot 10^4}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,35 \leq 1 \Leftrightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{cRd}} \qquad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,44}{(0,9 - 0,25)} \frac{7990}{0,95 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

$$\frac{7990}{0,95 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 2,32 \cdot 10^7}{0,37 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,002 \cdot 2,01 \cdot 10^4}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,84 \leq 1 \Leftrightarrow$ Betetzen du

Hurrengo atalean 1 portikoko 2 zutabearen kalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 220 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	9100	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$736 \cdot 10^4$
	$I_y(\text{mm}^3)$	$57 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$828 \cdot 10^4$
	$I_z(\text{mm}^3)$	$20 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$394 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	t_f (mm)	16
	b (mm)	220	t_w (mm)	9,5
	r (mm)	18	$I_T(\text{mm}^4)$	$84,4 \cdot 10^4$

150.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{aligned} C &= 220 - 2 \cdot 16 = 188 \text{ mm} \\ t &= t_w = 9,5 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 19,78$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_y d \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_y d \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z &= 11,26 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{188}{2} + 11,26 = 188 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,54$$

$$\frac{396 \cdot E}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,56 - 1} = 60$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 19,78 \leq 58,3 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\begin{array}{l}
 C = \frac{220 - 9,5 - 2 \cdot 18}{2} = 87,25 \text{ mm} \\
 t = t_f = 17,5 \text{ mm} \\
 9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} C \\ t \\ 9 \cdot \varepsilon \end{array}} \right\} \begin{array}{l} c/t = 5,45 \\ \\ 5,45 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.} \end{array}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 5,01 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{175}{\sqrt{3}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 220 \cdot 9,5 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$5,01 \cdot 10^4 \leq 3,16 \cdot 10^5 \quad \text{Betzten du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 12,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,03 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{39176,1}{2,38 \cdot 10^6} + \frac{1,91 \cdot 10^7}{1,03 \cdot 10^8} + \frac{1,11 \cdot 10^8}{2,17 \cdot 10^8} = 7,13 \cdot 10^{-1}$$

$0,71 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen da

Markurdura eta ebakitzailer:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 7,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{10000^2} 1,285 \cdot 60,7^2 = 7,24 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C = 188 \cdot 0,56 = 101,87 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 105,26 = 33,95 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 16 + 9,5 \cdot 33,95 = 3842,59 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 16^3 + \frac{1}{12} \cdot 33,95 \cdot 9,5^3 = 14,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{14,19 \cdot 10^6}{3842,59}} = 60,78 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_Z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{10000} \sqrt{81000 \cdot 8,44 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 2,84 \cdot 10^7}$$

$$M_{LTV} = 2,58 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,58 \cdot 10^8)^2 + (7,22 \cdot 10^7)^2} = 26,67 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{8,28 \cdot 10^5 \cdot 275}{26,67 \cdot 10^9}} = 0,922 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,64$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,39 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 1,91 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Bete behar da:

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

$$1,91 \cdot 10^7 \leq 1,39 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$d = h - t_r \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 16 \cdot 2 - 18 \cdot 2 = 152 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 9,5 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 152 \text{ mm} \\ t = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70 \varepsilon$$

$$16 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

147. Taula:Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

Lc(XY) = 0,7 · 1500 = 1050 mm

iz = 55,9 mm

Lc(XZ) = 0,7 · 10000 = 7000 mm

iy = 94,3 mm

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{b} = \frac{220}{220} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ & \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{aligned}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{7000}{94,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,85 \longrightarrow \chi_y = 0,7$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{55,9} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,21 \longrightarrow \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{CRd}} \quad K_y = 1 + (0,85 - 0,2) \frac{39176,1}{0,7 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 1,01$$

Non:

$$\lambda_y = 0,85$$

$$\chi_y = 0,7$$

$$N_{Ed} = 39176 \text{ N}$$

$$N_{CRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,84 = 0,77$$

$$M_a = 1,61 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,91 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_a &= 1,61 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h &= -1,91 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,84 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 0,21 - 0,2) \frac{39176,1}{1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_z = 0,21$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 39176,1 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,56 = 0,54$$

$$Ma = 8,05 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mh = -1,11 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 8,05 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,11 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,56 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{39176,1}{0,7 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,01 \cdot 0,77 \cdot 1,91 \cdot 10^7}{0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1,11 \cdot 10^8}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,47 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

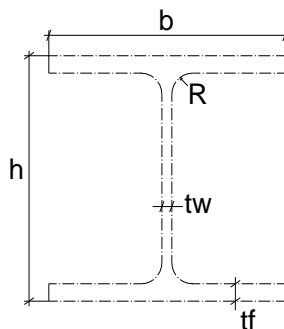
$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{c,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,18}{(0,77 - 0,25)} \frac{39176,1}{1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

$$\frac{39176,1}{1 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 1,91 \cdot 10^7}{0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,67 \cdot 1,11 \cdot 10^8}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,77 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Hurrengo atalean 1 portikoko 1 eta 3 (muturreko) zutabeetako kalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 220 perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	9100	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$736 \cdot 10^4$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$57 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$828 \cdot 10^4$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$20 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$394 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	t_f (mm)	16
	b (mm)	220	t_w (mm)	9,5
	r (mm)	18	$I_T(\text{mm}^4)$	$84,4 \cdot 10^4$

148. Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$C = 220 - 2 \cdot 16 = 188 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 9,5 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = 188 \text{ mm} \\ t = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 19,78$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C$$

$$N_{Ed} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$\left. \begin{array}{l} N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \end{array} \right\} Z = 5,33 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{188}{2} + 11,26 = 188 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,53$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0.56 - 1} = 62,38$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 19,78 \leq 62,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{220 - 9,5 - 2 \cdot 18}{2} = 87,25 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17,5 \text{ mm}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$\left. \begin{array}{l} C/t = 5,45 \\ 5,45 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.} \end{array} \right\}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,05}{\sqrt{3}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 220 \cdot 9,5 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$1,8 \cdot 10^4 \leq 3,16 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 12,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,03 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{26491,5}{2,38 \cdot 10^6} + \frac{6,57 \cdot 10^7}{2,17 \cdot 10^8} + \frac{5,83 \cdot 10^7}{1,03 \cdot 10^8} = 2,48 \cdot 10^{-1}$$

$$0,31 \leq 1 \quad \Rightarrow \text{betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailer:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 7,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{9000^2} 1,285 \cdot 60,85^2 = 8,96 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C = 188 \cdot 0,53 = 99,32 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 101,64 = 33,10 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 16 + 9,5 \cdot 33,88 = 3834,84 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 16^3 + \frac{1}{12} \cdot 33,88 \cdot 9,5^3 = 14,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{14,19 \cdot 10^6}{3834,84}} = 60,85 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{9000} \sqrt{81000 \cdot 8,44 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 2,84 \cdot 10^7}$$

$$M_{LTV} = 2,86 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,86 \cdot 10^8)^2 + (8,94 \cdot 10^7)^2} = 3 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{8,28 \cdot 10^5 \cdot 275}{3 \cdot 10^9}} = 0,87 \rightarrow \text{b kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,68$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 0,68 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,47 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 6,57 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Bete behar da:

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

$$6,57 \cdot 10^7 \leq 1,47 \cdot 10^8 \quad \Leftrightarrow \text{betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 16 \cdot 2 - 18 \cdot 2 = 152 \text{ mm} \\ t = t_w = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70 \varepsilon$$

$$16 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

149. Taula:Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

Lc(XY)=0,7·1500= 1050 mm

iz=55,9 mm

Lc(Xz)=0,7·1500 = 1050 mm

iy=94,3 mm

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{b} = \frac{220}{220} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ & \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{aligned}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1050}{94,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,13 \quad \longrightarrow \quad \chi_y = 1$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{55,9} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,21 \quad \longrightarrow \quad \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{CRd}} \quad K_y = 1 + (0,13 - 0,2) \frac{26491,5}{1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_y = 0,13$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 26491,5 \text{ N}$$

$$N_{CRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,17 = 0,24 \quad \longrightarrow \quad 0,24 \geq 0,4; \text{ beraz} \quad \longrightarrow \quad C_{my} = 0,4$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 6,57 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,18 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,17 \quad \longrightarrow \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = \quad K_y = 1 + (2 \cdot 0,21 - 0,6) \frac{26491,5}{1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,21$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 38024,5 \text{ N}$$

$$N_{CRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{mz} = 0,2 + 0,8 \cdot -0,52 = 0,52$$

$$\left. \begin{array}{l} M_a = 3,06 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h = -5,48 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = 0,52 \rightarrow 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\frac{38024,5}{1 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 6,57 \cdot 10^7}{0,68 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1 \cdot 0,52 \cdot 5,48 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,24 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{C,Rd}} \quad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,18}{(0,53 - 0,25) \cdot 1 \cdot 2,38 \cdot 10^6} = 1,03$$

$$\frac{26491,5}{1 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,03 \cdot 6,57 \cdot 10^7}{0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,52 \cdot 5,48 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

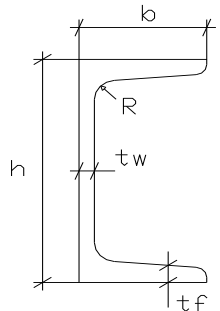
$$0,23 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Atal honetan portiko hastialetako arriostremendu elementuen kalkuluak ere azalduko dira.

Kalkulu hauek atal honetan bakarrik agertzen dira, tentsio handienak hipotesi konbinazio honek sortzen dituelako:

Jazenetako arriostramendua:

1, 3 eta 5 arriostramendu elementuak diseinatzeko UPN 120 perfila erabilikoenez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	1700	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$60,7 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$3,64 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$72,6 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$0,43 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$30,2 \cdot 10^3$
	h (mm)	120	t_f (mm)	9
	b (mm)	55	t_w (mm)	7
	r (mm)	4,5	$I_T(\text{mm}^4)$	$4,3 \cdot 10^4$

150.Taula: UPN 120 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

**Elementu guztiak berdinak izango direnez tentsio handiena jasaten duen elementuaren ikasketa besterik ez da egingo.*

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Bete behar da: $N_{Ed} \leq N_{pl,Rd}$

- $N_{Ed} = 3,13 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $N_{plRd} = A_v \cdot f_{yd} = 1,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 4,45 \cdot 10^5 \text{ N}$

$$3,13 \cdot 10^4 \leq 4,45 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

GILBORDURA AURREKO FROGAPENA:

Bete behar da: $N_{Ed} \leq N_{bl,Rd}$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{120}{55} = 2,18 \geq 1.2 \\ t = t_f = 9 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : a kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : b kurba} \end{array}$$

Gilbordura XY planoan aztertzen bada:

$$\lambda_z = \frac{Lkz}{i_z} \cdot 0,0115 \longrightarrow \frac{0,7 \cdot 5000}{15,9} \cdot 0,0115 = 2,53 \longrightarrow \chi_z = 0,14$$

Gilbordura ZY planoan aztertzen bada:

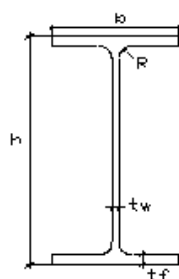
$$\lambda_y = \frac{Lky}{i_y} \cdot 0,0115 \longrightarrow \frac{0,7 \cdot 5000}{46,2} \cdot 0,0115 = 0,87 \longrightarrow \chi_y = 0,75$$

Murritzpen koefiziente txikienarekin geldituz, bete behar da:

- $N_{Ed} = 3,13 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $N_{bRd} = \chi \cdot A_v \cdot f_{yd} = 0,14 \cdot 1,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 6,23 \cdot 10^4 \text{ N}$

$$3,13 \cdot 10^4 \leq 6,23 \cdot 10^4 \quad \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

2 eta 4 elementuak diseinatzeko IPE 80 perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	\square 764	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	\square $20 \cdot 10^3$
$I_y(\text{mm}^4)$	\square $0,8 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	\square $23,2 \cdot 10^3$
$I_z(\text{mm}^4)$	\square $0,085 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	\square $5,8 \cdot 10^3$
$h(\text{mm})$	\square 80	$t_f(\text{mm})$	\square 5,2
$b(\text{mm})$	\square 46	$t_w(\text{mm})$	\square 3,8
$r(\text{mm})$	\square 5	$I_T(\text{mm}^4)$	\square $0,7 \cdot 10^4$

151.Taula: IPE 80 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

**Elementu hauek trakzioan bakarrik lan egingo dutenez, erresistentzia aurreko frogapena bakarrik kalkulatuko da.*

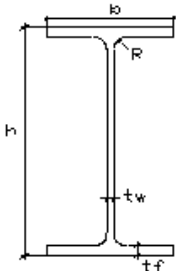
ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Bete behar da: $N_{Ed} \leq N_{pl,Rd}$

- $N_{Ed} = 2,86 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $N_{plRd} = A_v \cdot f_{yd} = 764 \cdot \frac{275}{1,05} = 2 \cdot 10^5 \text{ N}$

$$2,86 \cdot 10^4 \leq 2 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Zutabeak arriostatuko distuten elementuak diseinatzeko IPE 80 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	764	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$20 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$0,8 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$23,2 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$0,085 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$5,8 \cdot 10^3$
	$h(\text{mm})$	80	$t_f(\text{mm})$	5,2
	$b(\text{mm})$	46	$t_w(\text{mm})$	3,8
	$r(\text{mm})$	5	$I_T(\text{mm}^4)$	$0,7 \cdot 10^4$

152.Taula: IPE 80 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

**Elementu hauek trakzioan bakarrik lan egingo dutenez, erresistentzia aurreko frogapena bakarrik kalkulatuko da.*

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Bete behar da: $N_{Ed} \leq N_{pl,Rd}$

- $N_{Ed} = 3,76 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $N_{plRd} = A_v \cdot f_{yd} = 764 \cdot \frac{275}{1,05} = 2 \cdot 10^5 \text{ N}$

$$3,76 \cdot 10^4 \leq 2 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

4.3.4.4 - 7 Portikoaren ezaugarriak:

- Kanpoko Egitura:

Zutabeak:

- Muturretako zutabeen luzera 9 metrokoa izango da eta erdiko zutabearen luzera 10 metrokoa izango da.
- Zutabeen eta jazenen arteko lotura zurruna izango da.
- HEB perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- Eurocodearen arabera garabi-zubia ez duten eraikin industrialek H/150-eko deformazio bertikala izan behar dute gehienez.
- Kalkuluak egiteko, egoera kaltegarrienaren menpe dauden portikoak erabiliko dira, kasu honetan aukeratzen den perfila, 1 eta 7 portikoen diseinua egiteko erabiliko diren perfilak izango dira.

Jazenak:

- Jazenak 8°-ko inklinazioa izango dute, zutabeekin 9metroko altueran lotura izanik, eta hauen altuera maximoa 10metrotan izanik portikoaren erdiko puntuan.
- Jazenak erdiko puntuan lotura izango dute. Luzera osoa 13metrokoa izango bada ere, erdiko puntuan lotura zurrunaren bidez lotuko dira.
- IPE perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.

- Barruko egitura:

- Mugako portikoen arteko banaketa 3,25 metrotakoa izango da eta erdiko portikoen arteko banaketa 3,12 metrotakoa.
- Portikoaren atal ezberdinak HEB perfilarekin eta S 275 JR kalitatezko altzairuarekin diseinatuko dira.
- Portikoen arteko lotura, lotura zurrunez egingo da.
- CTE-ren araudiaren arabera gezi maximoa L/300 izan behar da

4.3.4.5 – 7. portiko hastialaren dimentsionaketaren irizpidea

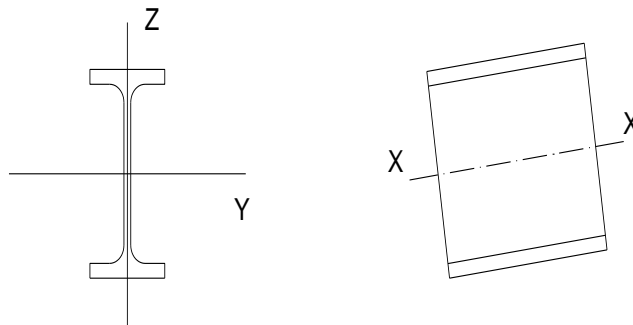
1 portikoan erabilitako konbinazioak kalkulatzeko erabili diren balio berdinak erabiliko dira aldaketa txiki batekin, muturreko zutabeen pisu propioa ezberdina izango da. Hipotesi konbinazio kaltegarrienari barneko portikoaren kargak batuko zaizkio.

4.3.4.6 - Hipotesietako datuak

Kanpoko egitura:

Jazenetan bermatutako kargak:

- **Karga iraunkorrak:**



137. Irudia:: IPE 220 Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

Estalkia:

- Sandwich panela:

Estalkiaren pisua $0,18\text{KN/m}^2$ -koa da

Z ardatza:

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 2,5\text{m} \cdot \cos(8) = 0,445\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 2,5\text{m} \cdot \sin(8) = 0,062\text{KN/m}$$

- Estalkietako petralak

UPN 140 perfilaren pisua: $0,16\text{KN/m}$

Z ardatza:

$$\frac{0,16\text{KN/m}^2 \cdot 2,5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot \cos(8) = 0,29\text{KN/m}$$

X ardatza

$$\frac{0,16\text{KN/m}^2 \cdot 2,5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot \sin(8) = 0,04\text{KN/m}$$

- Jazenen perfila:

IPE 220 perfilaren pisua: 0,262KN/m

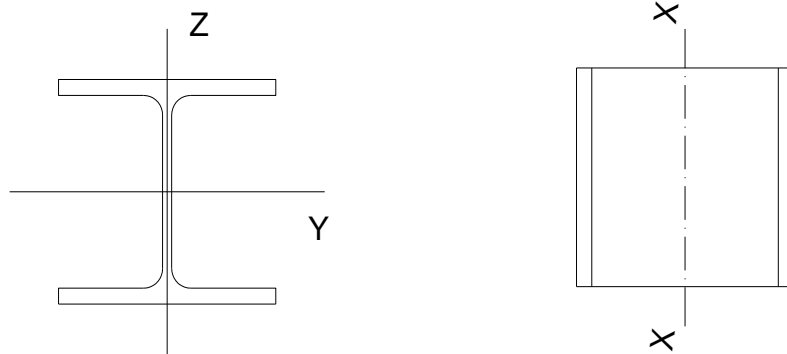
Z ardatza:

$$0,262\text{KN/m} \cdot \cos(8) = 0,259\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,262\text{KN/m} \cdot \sin(8) = 0,036\text{KN/m}$$

Muturretako zutabeetan bermatutako kargak:



138. Irudia: HEB 220Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Luzetarako fatxadako korreak:

Korreak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 korren pisua 0,16KN/m

X ardatza

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 2,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6\text{ hutsune}}} = 0,307\text{KN/m}$$

- Zeharkako fatxadako petralak:

Korreak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 korren pisua 0,16KN/m

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 2,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6 \text{ hutsune}}} = 0,307 \text{ KN/m}$$

X ardatza

$$0,16 \cdot \text{KN/m} \cdot 3,25\text{m} = 0,52 \text{ KN}$$

Luzetarako fatxadako itxidura:

Itxidura panelaren pisua 0,102KN/m²

- Luzetarako fatxadako petralak:

X ardatza

$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 2,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6 \text{ hutsune}}} = 0,17\text{KN}$$

Zeharkako fatxadako itxidura:

X ardatza

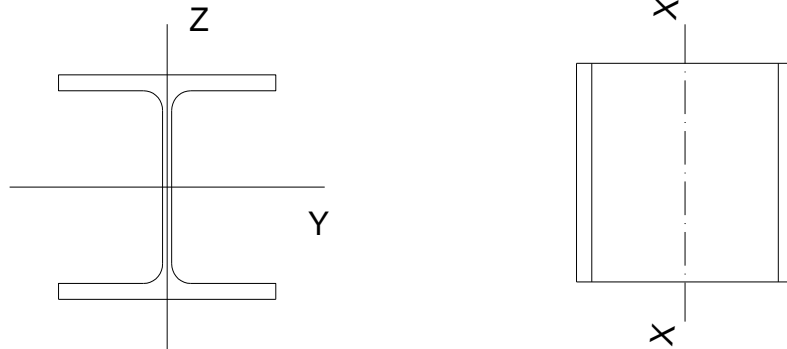
$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 3,25\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6 \text{ hutsune}}} = 0,442\text{KN}$$

- Zutabeen pisua:

-7. Portikoa:

Zutabeak egiteko HEB240 perfilak proposatzendira.

HEB 240 perfilaren pisua:: 0,832KN/m

Erdiko zutabeen bermatutako kargak:

139. Irudia: HEB 220Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Zeharkako fatxadako korreak:

Korreak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 korren pisua 0,16KN/m

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 6,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6\text{hutsune}}} = 0,8\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,16 \cdot \text{KN/m} \cdot 6,5\text{m} = 0,104 \text{ KN}$$

- Itxidura:

Fatxadako itxiduraren pisua 0,102KN/m²

- Zeharkako fatxada:X ardatza

$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 6,5\text{m}}{\frac{9\text{m}}{6\text{hutsune}}} = 0,884\text{KN}$$

- Erdiko zutabeen pisua:

Zutabeak egiteko HEB220 perfilak proposatzen dira.

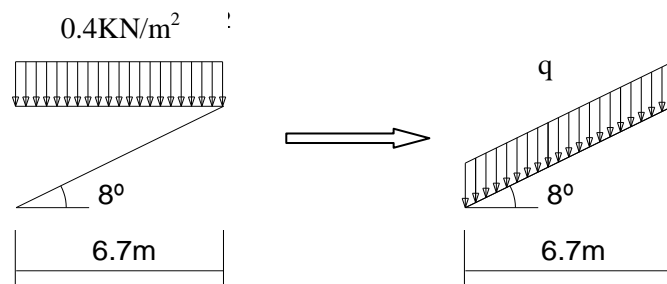
HEB 220 perfilaren pisua: 0,715KN/m

- **Karga aldakorak:**

- Erabilpen gainkarga:

Uniformeki banatutako karga:

Karga honen balioa $0,4\text{KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



140. Irudia: Erabilpen gainkarga plano inklinatuan.

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7\text{m} = q \cdot \frac{6,7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,96 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

$$0,39\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,135\text{KN/m}$$

Karga puntuala:

Karga honen balioa 1 KN -ekoa da.

Z ardatza:

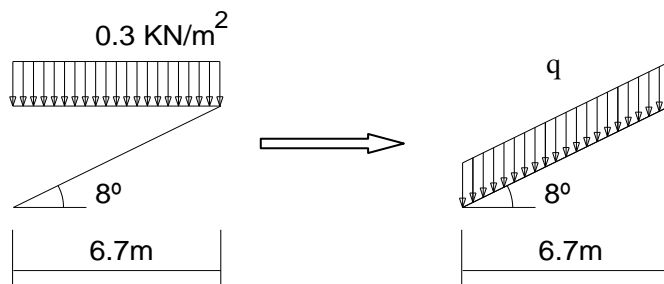
$$1\text{KN} \cdot \cos(8) = 0,99\text{KN}$$

X ardatza:

$$1\text{KN} \cdot \sin(8) = 0,13\text{KN}$$

- Elurra:

Karga honen balioa $0,3\text{KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



140. Irudia: Elurraren gainkarga plano inklinatuan

$$0,3 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7\text{m} = q \cdot \frac{6,7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,29 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,735\text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 2,5\text{m} = 0,10\text{KN/m}$$

- Haize kargak:



*Haizeak eragindako kargak 1 portikoan ematen diren berdinak izango dira eta kontutan hartuko badira ere, ez dira berriro azalduko.

Barruko egitura:

- **Karga iraunkorrak:**

- Forjatua

Panel albeolarra: $24 \text{ KN/m}^3 \cdot 2,5\text{m} \cdot 0,16\text{m} = 9,6 \text{ KN/m}$

- Portikoetako habeak

HEB 140 perfila : 0,34 KN/m

- Pladurra:

Erabiliko den pladurraren batz-besteeko pisua: 1,168 KN/m

- Portikoetako zutabeak:

HEB 140 perfila : 0,34 KN/m

- **Karga aldakorrak**

Kontsideratu den karga aldakor bakarra erabilpen gainkarga izan da. Solairu honetan langileentzako egongela eta tailerreko bulegoak kokatuko dira. CTE DB SE AE- ren arabera, hurrengo atalean sailaktuko genuke.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

153. Taula: Erabilpen gainkargaren balio karakteristikoa (Iturria: CTE DB SE – AE –ko 3.1 Taula)

Beraz erabiliko diren balioak hurrengoak dira:

- Erabilpen gainkarga:

Uniformeki banatutako karga:

Karga honen balioa: $2\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} = 10\text{ KN/m}$

Karga puntuala:

Karga honen balioa: 2KN

- **ZEL (Zerbitzuko egoera Limitea):**

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, portikoaren zutabeek eta jazenek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu jazenetan, ezta Eurokodeak agintzen duen deformazioa gainditu zutabeetan.

ZEL hipotesiak erabiliko dira aurre-dimentsionaketa egiteko. Hau da, korreek jasaten duten kargak sorturiko deformazioa, ezin izango dute CTE DB SE-ko araudiak agintzen duen deformazioa gainditu. Konbinazio karakteristikoa

Z ardatza

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio Iraunkorrak</u>			<u>Akzio Aldakorra</u>			
		Pisu propioa Gk1 (N/mm)	Pladurra Gk2 (N/mm)	Plaka Albeolarra Gk3 (N/mm)	Qk1 (Erb Gaink.Banatua) (N/mm)	Qk1 (Erb.Gain) (N)		Gk1 (N/mm)
HAB. 1,4	<u>Qk1</u>	0,34	1,7	19,2	10	2000	ZUTAB 1,5	0,93
HAB. 2,3		0,34	1,7	19,2	10	2000	ZUTAB 2,3,4	0,26

154. Taula: Barneko portikoko ZEL hipotesi konbinazioa.

Kalkuluen emaitzak

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Habeen pisu propioa</u>	<u>Karga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa Gk1</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)
HABEA 1,4	<u>Qk1</u>	30,63	2000	ZUTABEA 1,5	0,93
HABEA 2,3		30,63	2000	ZUTABEA 2,3,5	0,26

155. Taula: Barneko portikoko ZEL hipotesi konbinazioen emaitza.

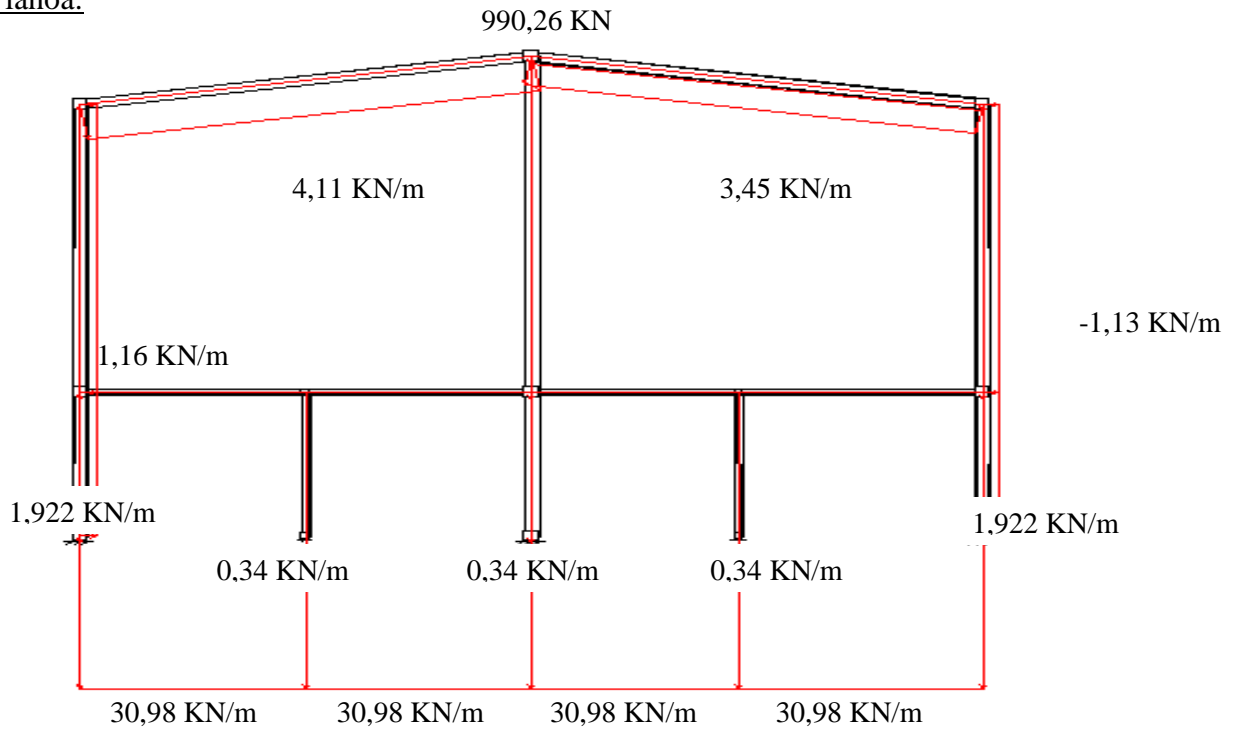
7 portikoaren emaitzetan ZX planoaren diagramak bakarrik azalduko dira, barneko portikoaren norabidea plano hau duelako eta ondorioz 7. portikoak 1 portikoarekin izango duen diferentzia norabide honetan emango da. Ondorengo planoetan lortutako balioak kontutan hartuko dira, baina ez dira berriro aurkeztuko 1 portikoko egoera mantenduko dutelako.

Egoera kaltegarrienak sortzen dituzten hipotesi konbinazioak Qk3 P+VIS eta Qk2 P+VIP ziango dira. Honela ba, emaitz kaltegarri hau barneko portikoak jasan beharreko Qk1 hipotesi konbinazioak sortzen duenarekin konbinatuko da, ondorengo kalkuluak egiteko.

Solido askea:

P+VIS Qk3 + forjatuko Qk1 konbinazioak

ZX Planoa:



141. Irudia : Egituran aplikatutako kargak

Kanpoko portikoa:

Jasan dezakeen gezia ondorengo da:

Jazenetan:

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{6500}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = 21,66 \text{ mm}$$

1 eta 3 Zutabeak:

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{9000}{2}}{150}$$

Egituren kalkuluak

$$X_{\max}=60 \text{ mm}$$

2 Zutabea:

$$X_{\max}=\frac{2 \cdot L}{150}$$

$$X_{\max}=\frac{2 \cdot \frac{10000}{2}}{150}$$

$$X_{\max}=66,6 \text{ mm}$$

Barruko portikoa:

1 eta 4 Habeak:

$$Y_{\max}=\frac{2 \cdot L}{300}$$

$$Y_{\max}=\frac{2 \cdot \frac{3250}{2}}{300}$$

$$Y_{\max}=10,83 \text{ mm}$$

2 eta 3 Habeak:

$$Y_{\max}=\frac{2 \cdot L}{300}$$

$$Y_{\max}=\frac{2 \cdot \frac{3120}{2}}{300}$$

$$Y_{\max}=10,4 \text{ mm}$$

Zutabeak

$$Y_{\max}=\frac{2 \cdot L}{150}$$

$$Y_{\max}=\frac{2 \cdot \frac{3000}{2}}{150}$$

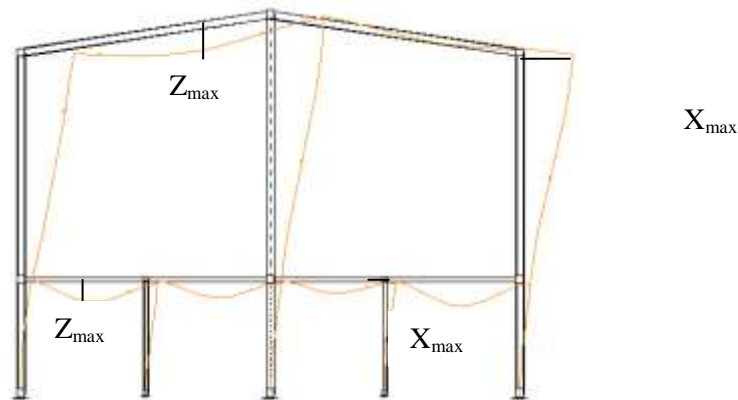
$$Y_{\max}=20 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

Geziaren diagramak hurrengoak dira:

ZX Planoa:



142. Irudia: Portikoek jasaten dituzten deformazio maximoak.

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoa hurrengo da:

Z X Planoa:

Kanpoko Portikoa:

Jazenak:

Z ardatza: 7 mm

1 eta 3 zutabeak:

X ardatza: 15,1 mm



2 zutabea:

X ardatza: 15,1 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

Barruko Portikoa:

1 eta 4 habeak:

Z ardatza: 3,9 mm

2 eta 3 habeak:

Z ardatza: 2,9 mm

2,3 eta 4 zutabeak: 2,5 mm

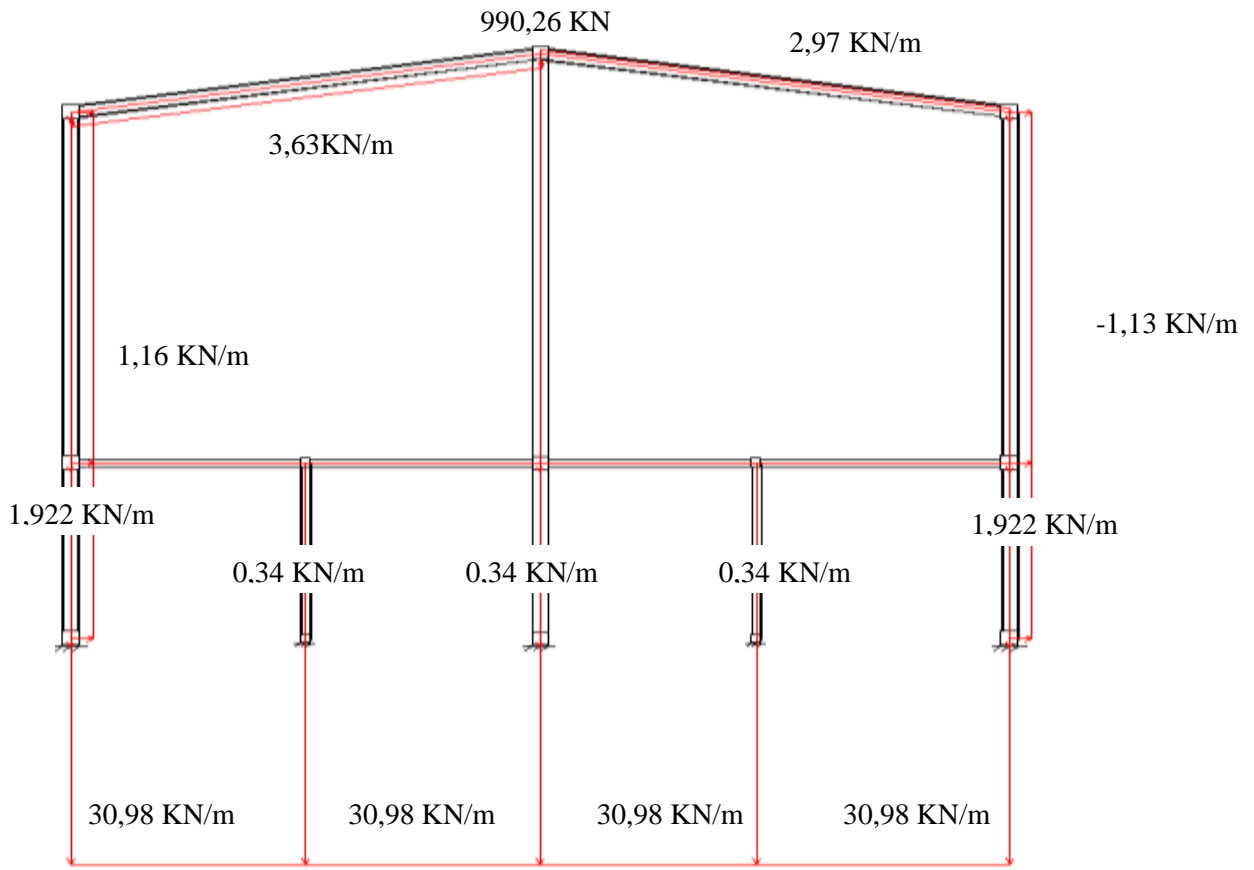
Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

ZX Planoa:

P+VIPQ2:forjatuko Qk1 konbinazioak



143. Irudia: Egituran aplikatutako kargak

Kanpoko portikoa:

Jasan dezakeen gezia ondorengo da:

Jazenetan:

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{6500}{2}}{300}$$

$$Z_{\max} = 21,66 \text{ mm}$$

1 eta 3 Zutabeak:

Egituren kalkuluak

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{9000}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = 60 \text{ mm}$$

2 Zutabea:

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{10000}{2}}{150}$$

$$X_{\max} = 66,6 \text{ mm}$$

Barruko portikoa:

1 eta 4 Habeak:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{3250}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = 10,83 \text{ mm}$$

2 eta 3 Habeak:

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{3120}{2}}{300}$$

$$Y_{\max} = 10,4 \text{ mm}$$

Zutabeak

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{L}{2}}{150}$$

$$Y_{\max} = \frac{2 \cdot \frac{3000}{2}}{150}$$

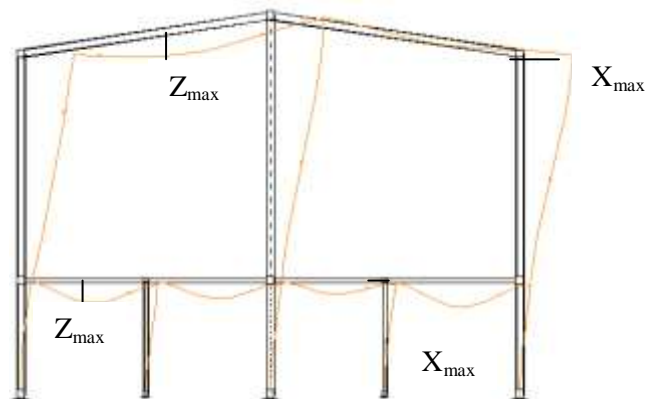
$$Y_{\max} = 20 \text{ mm}$$

Geziaren-ren balioa konprobatzeko egituretako kalkuluak ebazten dituen CESPLA (Gaztelaniazko izena *Calculo de Estructuras Planas*) programainformatikoa erabiltzen da.

Barne esfortzuek sortzen dituzten gezi maximoa erabiliko da egonkortasun aurreko frogapenak egiterakoan.

Geziaren diagramak hurrengoak dira:

ZX Planoa:



144. Irudia: Portikoek jasaten dituzten deformazio maximoak

CESPLA-ren arabera jazenako gezi maximoa hurrengoa da:

Z X Planoa:

Kanpoko Portikoa:

Jazenak:

Z ardatza: 6,6 mm

1 eta 3 zutabeak:

X ardatza: 13 mm

2 zutabea:

X ardatza: 12,9 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

Barruko Portikoa:

1 eta 4 habeak:

Z ardatza: 4,3 mm

2 eta 3 habeak:

Z ardatza: 2,9 mm

2,3 eta 4 zutabeak:

X ardatza: 2,5 mm

Bete behar da:

Z ardatzean, $Z < Z_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

X ardatzean, $X < X_{\max} \Rightarrow$ Betetzen du

- **AEL (Azken Egoera Limitea)**

CTE DB SE-AE –aren AEL konbinazio hipotesiak erabiliko dira egiturak jasango duen karga egoera kaltegarrienak aukeratu diren perfil motarekin egituraren hutsegitea ez dakarrela ziurtatzeko.

Z ardatza

	<u>Oinarrizko karga</u>	<u>Akzio</u>	<u>Iraunkorrk</u>	<u>Akzio</u>	<u>Aldakorra</u>			
		Habearen Pisu propioa Gk1 (N/mm)	Pladurra Gk2 (N/mm)	Plaka Albeolarr a Gk3 (N/mm)	Qk1 (Erb Gaink. Ba natua) (N/mm)	Qk1 (Erb. Gain k.) (N)		Zutaben pisu propioa Gk1 (N/mm)
HABEA1,5	<u>Qk1</u>	0,459	2,29	25,92	15	3000	ZUTABEA1,5	1,25
HABEA 2,3,4		0,459	2,29	25,92	15	3000	ZUTABEA2,3,4	0,35

156. Taula: Barneko portikoko AEL hipotesi konbinazioa.

Kalkuluen emaitzak

	<u>Oinarrizko Karga</u>	<u>Habeen pisu propioa</u>	<u>Karga puntuala</u>		<u>Zutabeen pisu propioa Gk1</u>
		(N/mm)	(N)		(N/mm)
HABEA 1,5	<u>Qk1</u>	43,56	3000	ZUTABEA 1,5	1,25
HABEA 2,3,4		43,56	3000	ZUTABEA 2,3,5	0,35

157. Taula: Barneko portikoko AEL hipotesi konbinazioen emaitza.

7 portikoaren emaitzetan ZX planoaren diagramak bakarrik azalduko dira, barneko portikoaren norabidea plano hau duelako eta ondorioz 7. portikoak 1 portikoarekin izango duen diferentzia norabide honetan emango da. Ondorengo planoetan lortutako balioak

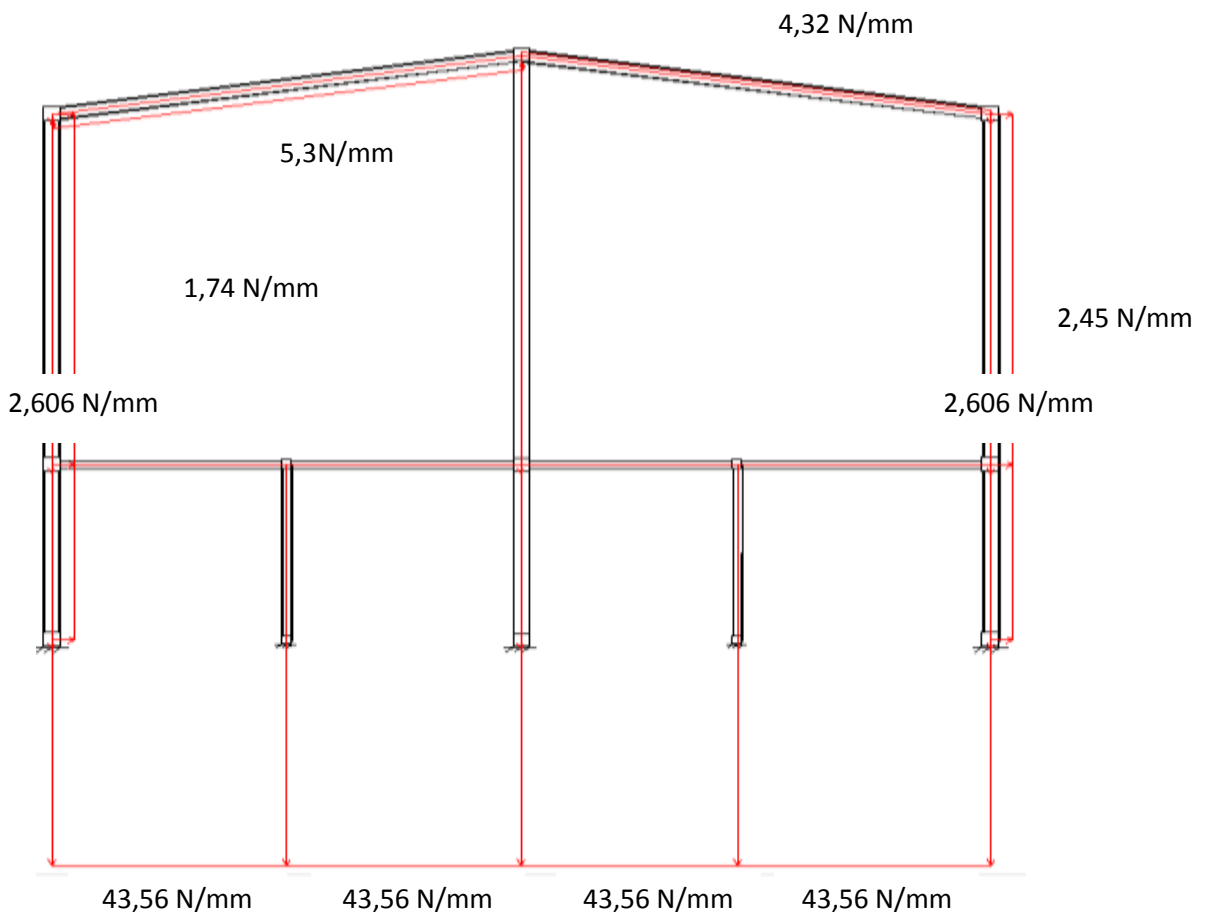
kontutan hartuko dira, baina ez dira berriro aurkeztuko 1 portikoko egoera mantenduko dutelako.

Egoera kaltegarrienak sortzen dituzten hipotesi konbinazioak Qk3 P+VIS eta Qk2 P+VIP ziango dira. Honela ba, emaitz kaltegarri hau barneko portikoak jasan beharreko Qk1 hipotesi konbinazioak sortzen duenarekin konbinatuko da, ondorengo kalkuluak egiteko.

Solido askea:

P+VIS Qk3+ forjatuko Qk1 konbinazioak:

ZX Planoa:

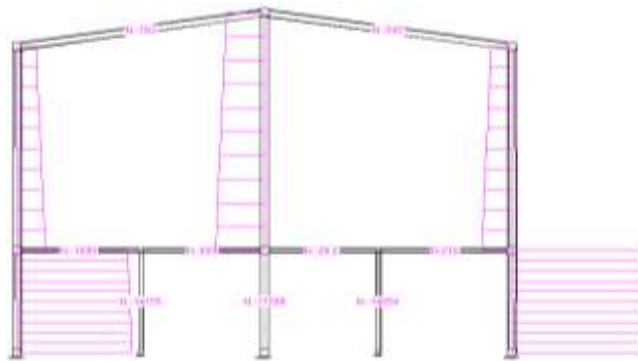


145. Irudia: Egituran aplikatutako kargak

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

ZX Planoa:

- Esfortzu Axiala:



146. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako N_{Ed} indarrak.

Kanpoko portikoa:

1 Jazena:

N: 7830 N

2 Jazena:

N: 5450 N

1 Zutabea:

N: 92123N

2 Zutabea:

N: 107578N

Barruko Portikoa:

1 Habea:

N: 10901 N

2.Habea:

N: 6000 N

3.Habea:

N: 292 N

4.Habea:

N: 2100 N

2.Zutabea:

N: 141547 N

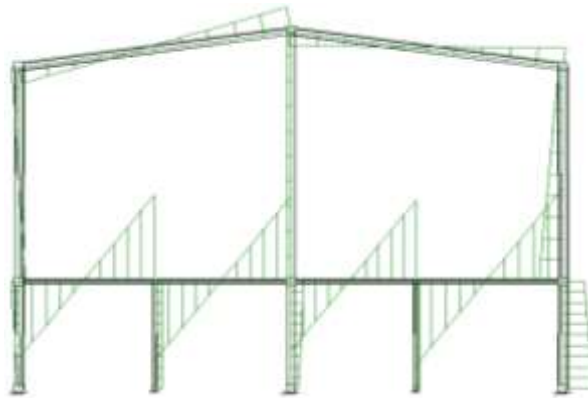
3.Zutabea:

N: 170990 N

4.Zutabea:

N: 140540 N

- Esfortzu Ebakitzaila:



147. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{yEd} indarrak.

ZX Planoa:

Kanpoko Portikoa:

1 Jazena:

$V_{zEd_{max}}$: 20598 N

2 Jazena:

$$V_{zEd_{max}} : 16076,4 \text{ N}$$

1 Zutabea:

$$V_{zEd_{max}} : 6035,3 \text{ N}$$

2 Zutabea:

$$V_{zEd_{max}} : 22892,7 \text{ N}$$

Barneko Portikoa:

1 eta 4 Habeak:

$$V_{zEd_{max}} : 79609,9 \text{ N}$$

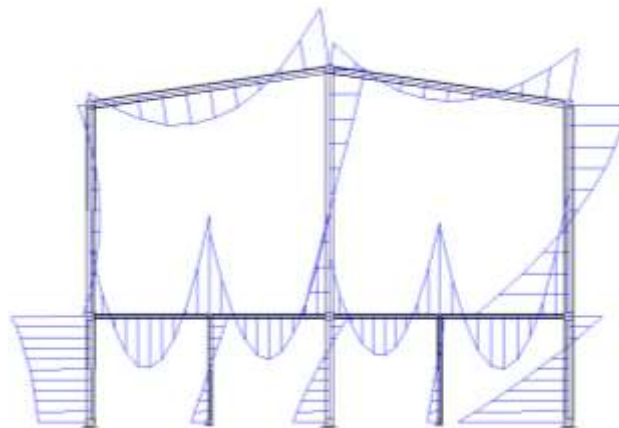
2 eta 3 Habeak:

$$V_{zEd_{max}} : 72361,3 \text{ N}$$

2 eta 4 Zutabeak:

$$V_{zEd_{max}} : 9317 \text{ N}$$

- Momentu Markurtzailea:



148. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako M_{zEd} momentuak.

Kanpoko Portikoa:

1 Jazena:

M_{yEd} : 25976100 Nmm

2 Jazena:

M_{yEd} : 23758700 Nmm

1 Zutabea:

M_{yEd} : 31432700 Nmm

2 Zutabea:

M_{yEd} : 31432700 Nmm

3-Zutabea:

M_{yEd} : 44076200 Nmm

Barneko Portikoa:

1 eta 4 habeak:

M_{yEd} : 51569800 Nmm

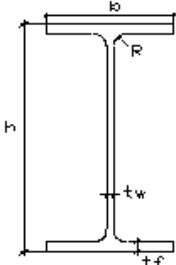
2 eta 3 habeak:

M_{yEd} : 43098400 Nmm

2, 3 eta 4 Zutabeak:

M_{yEd} : 14582000 Nmm

Jazanak eraikitzeko IPE 220perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	3340	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$252 \cdot 10^5$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$277 \cdot 10^5$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$266 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$2,05 \cdot 10^4$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$58 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	tf (mm)	9,2
	b (mm)	110	tw (mm)	5,9
	r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$9,07 \cdot 10^4$

158.Taula: IPE 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{C}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z &= 2,53 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{206}{2} + 2,53 = 206 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,51$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,52 - 1} = 64,64$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 34,17 \leq 64,64 \quad \Leftrightarrow \quad 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{220 - 15,9 - 2 \cdot 12}{2} = 40,05 \text{ mm} \\ t &= t_f = 9,2 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 4,35$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,35 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 2,06 \cdot 10^4 \text{ N}$
 - $V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ N}$
- Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 220 \cdot 5,9 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$2,06 \cdot 10^4 \leq 1,9 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 3340 \cdot \frac{275}{1,05} = 8,7 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 7,49 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{yd} = 5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,52 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$
-

$$\frac{7830}{8,7 \cdot 10^6} + \frac{2,59 \cdot 10^7}{7,49 \cdot 10^7} + \frac{2,01 \cdot 10^4}{1,52 \cdot 10^7} = 3,57 \cdot 10^{-1}$$

$$0,36 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzalea:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 2,52 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{6500^2} 1,365 \cdot 66,44^2 = 1,42 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C^* = 201,6 \cdot 0,51 = 103,33 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 103,33 = 34,44 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 9,2 + 34,44 \cdot 5,9 = 1215,2 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 9,2 \cdot 220^3 + \frac{1}{12} \cdot 34,44 \cdot 5,9^3 = 10,21 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{10,21 \cdot 10^6}{1215,2}} = 28,98 \text{ mm}^2$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,365 \cdot \frac{\pi}{6500} \sqrt{81000 \cdot 9,07 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 2,05 \cdot 10^6} =$$

$$M_{LTV} = 3,71 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(3,71 \cdot 10^7)^2 + (1,42 \cdot 10^7)^2} = 3,98 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,86 \cdot 10^6 \cdot 275}{6,57 \cdot 10^9}} = 1,4 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,42$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,42 \cdot 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 3,52 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 2,59 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$2,59 \cdot 10^7 \leq 3,52 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 9,2 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 177,6 \text{ mm} \\ t &= t_w = 5,9 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 30,1$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$30,1 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{ply}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

159. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 6500 = 3250 \text{ mm}$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ mm}$$

$$i_y = 91,1 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{220}{110} = 2 \geq 1,2 \\ t = t_f = 17 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : a kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : b kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_z: \frac{3250}{24,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 1,5 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 0,35$$

$$\lambda_y: \frac{945}{91,1} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,12 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,12 - 0,2) \frac{7830}{1,8,74 \cdot 10^5} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,12$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 7830 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,42 = 0,43$$

$$M_a = 1,1 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -2,59 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,42 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_Z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 1,5 - 0,6) \frac{7830}{0,35 \cdot 8,74 \cdot 10^5} = 1,06$$

Non:

$$\lambda_z = 1,5$$

$$\chi_z = 0,35$$

$$N_{Ed} = 7830 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\frac{7830}{1 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,475 \cdot 1,21 \cdot 10^7}{0,42 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2,01 \cdot 10^4}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,39 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}} \qquad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 1,5}{(0,35 - 0,25)} \frac{7830}{0,35 \cdot 2,78 \cdot 10^6} = 0,97$$

Non:

$$\lambda_z = 1,5$$

$$\chi_z = 0,35$$

$$N_{Ed} = 7830 \text{ N}$$

$$N_{C,Rd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mLT} = c_{my} = 0,43$$

$$\frac{7830}{0,35 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,97 \cdot 9,8 \cdot 10^7}{0,47 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,06 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 2,01 \cdot 10^4}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

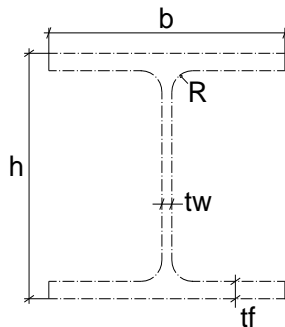
$$0,75 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Egindako kalkuluaren arabera aukeratutako IPE 220 egokia da.

* *Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen jasenean oinarrituta egongo dira.*

Hurrengo atalean 7 portikoko 2 zutabearen kalkuluak aztertuko dira.

Zutabea eraikitzeko HEB 220perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	9100	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$73,6 \cdot 10^4$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$80,9 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$82,8 \cdot 10^4$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$28,4 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$394 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	t_f (mm)	16
	b (mm)	220	t_w (mm)	9,5
	r (mm)	18	$I_T(\text{mm}^4)$	$8 \cdot 10^4$

160.Taula: HEB 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} C = 220 - 2 \cdot 16 = 188 \text{ mm} \\ t = t_w = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 19,78$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \\ N_{Ed} = A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} = 2Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z = 34,36 \text{ mm} \end{array}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{188}{2} + 34,36 = 188 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,68$$

$$\frac{396 \cdot \epsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,59 - 1} = 46,48$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 19,76 \leq 46,48 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{220 - 9,5 - 2 \cdot 18}{2} = 87,25 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 16 \text{ mm}$$

$$c/t = 5,45$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,45 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 9,3 \cdot 10^3 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,09 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 220 \cdot 9,5 = 2,09 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$9,3 \cdot 10^3 \leq 3,16 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,03 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{170990}{2,38 \cdot 10^6} + \frac{1,46 \cdot 10^7}{2,17 \cdot 10^8} + \frac{1,13 \cdot 10^7}{1,03 \cdot 10^8} = 2,48 \cdot 10^{-1}$$

$$0,25 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailer:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilborda:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 7,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{10000^2} 1,285 \cdot 60,14^2 = 7,09 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C = 188 \cdot 0,68 = 128,36 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 128,36 = 42,78 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 16 + 51,05 \cdot 9,5 = 3926,48 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 16 \cdot 220^3 + \frac{1}{12} \cdot 42,78 \cdot 9,5^3 = 14,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{14,2 \cdot 10^6}{3926,48}} = 60,14 \text{ mm}^4$$

$$\bullet \quad M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{10000} \sqrt{81000 \cdot 8,44 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 2,84 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 2,6 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,6 \cdot 10^7)^2 + (7,09 \cdot 10^7)^2} = 2,67 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{8,28 \cdot 10^5 \cdot 275}{2,6 \cdot 10^8}} = 0,92 \longrightarrow \text{C kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,64$$

$$\bullet \quad M_{b,Rd} = 0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,39 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet \quad M_{Ed} = 1,46 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$1,46 \cdot 10^7 \leq 1,39 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 240 - 16 \cdot 2 - 18 \cdot 2 = 152 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 9,5 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 152 \text{ mm} \\ t = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0.92 = 64.4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$16 \leq 64.4 \quad \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

161. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1500 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_z = 55,9 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 10000 = 7000 \text{ mm}$$

$$i_y = 94,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{b} = \frac{220}{220} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ & \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{aligned}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{7000}{94,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,85 \rightarrow \chi_y = 0,7$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{55,9} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,21 \rightarrow \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{cRd}}$$

$$K_y = 1 + (0,85 - 0,2) \frac{170990}{0,7 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 1,06$$

Non:

$$\lambda_y = 0,85$$

$$\chi_y = 0,7$$

$$N_{Ed} = 170990 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,53 = 0,52$$

$$M_a = 7,7 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,46 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} & \\ & \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,53 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 0,21 - 0,6) \frac{170990}{1,8,74 \cdot 10^5} = 1,06$$

Non:

$$\lambda_z = 0,21$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 170990 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,71 = 0,67$$

$$M_a = 8,05 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,13 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_a \\ M_h \end{array} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,71 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{170990}{0,7 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,06 \cdot 0,52 \cdot 1,46 \cdot 10^7}{0,64 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1,06 \cdot 0,67 \cdot 1,13 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,18 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$$

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,21}{(0,52 - 0,25)} \frac{170990}{1 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,21$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 170990 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

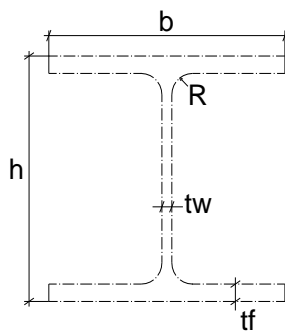
$$c_{mL} = c_{my} = 0,52$$

$$\frac{170990}{1 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 1,46 \cdot 10^7}{1 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,06 \cdot 0,67 \cdot 1,13 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,25 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Hurrengo atalean 7 portikoko 1 eta 3 zutabeen kalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 240 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



A (mm ²)	10600	W _{el,y} (mm ³)	938 · 10 ³
I _y (mm ³)	113 · 10 ⁶	W _{pl,y} (mm ³)	1050 · 10 ³
I _z (mm ³)	39,2 · 10 ⁶	W _{pl,z} (mm ³)	499 · 10 ³
h (mm)	240	tf (mm)	17
b (mm)	240	tw (mm)	10
r (mm)	21	I _T (mm ⁴)	110 · 10 ⁴

162.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} C = 240 - 2 \cdot 17 = 206 \text{ mm} \\ t = tw = 10 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 12,11$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z &= 12,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow 206 + 12,08 = 206 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,56$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,59 - 1} = 58,45$$

Bete behar da:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 12,11 \leq 58,45 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{aligned} c &= \frac{240 - 10 - 2 \cdot 21}{2} = 94 \text{ mm} \\ t &= t_f = 17 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 5,52$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,52 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:**Ebakidura aurreko frogapena:**

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 2,3 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 2,72 \cdot 10^7 \text{ N}$

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 240 \cdot 10 = 2,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$2,3 \cdot 10^3 \leq 2,72 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 4,99 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,31 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{107578}{2,7 \cdot 10^6} + \frac{4,4 \cdot 10^7}{2,75 \cdot 10^8} + \frac{2,23 \cdot 10^7}{1,31 \cdot 10^8} = 3,7 \cdot 10^{-1}$$

$$0,37 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailerik:Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTV} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 9,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{9000^2} 1,285 \cdot 60,14^2 = 1,48 \cdot 10^8 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C' = 206 \cdot 0,55 = 115,08 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 115,08 = 38,36 \text{ mm}$$

$$Af = 240 \cdot 17 + 38,36 \cdot 10 = 4463,60 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17 \cdot 240^3 + \frac{1}{12} \cdot 38,36 \cdot 10^3 = 19,58 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{19,58 \cdot 10^6}{4463,6}} = 66,26 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{Lc} \sqrt{G_I T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{9000} \sqrt{81000 \cdot 1,1 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 1,13 \cdot 10^8} =$$

$$M_{LTV} = 6,52 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2} = \sqrt{(6,52 \cdot 10^8)^2 + (1,48 \cdot 10^8)^2} = 6,66 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{6,6 \cdot 10^8}} = 0,66 \longrightarrow C \text{ kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,72$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,72 \cdot 9,38 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,77 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$4,4 \cdot 10^7 \leq 1,77 \cdot 10^8 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 240 - 17 \cdot 2 - 21 \cdot 2 = 164 \text{ mm} \\ t &= t_w = 10 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0.92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$16,4 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

163. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1500 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_z = 60,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 10000 = 7000 \text{ mm}$$

$$i_y = 103 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{240}{240} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{1050}{60,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,19 \rightarrow \chi_y = 1$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{103} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,12 \rightarrow \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{NEd}{\chi_y * N_{cRd}}$$

$$K_y = 1 + (0,12 - 0,2) \frac{107578}{1,2,77 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,12$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 107578 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,77 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,43 = 0,45$$

$$Ma = 1,92 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mh = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 1,92 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ Mh = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,43 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} = Ky = 1 + (2 \cdot 0,19 - 0,6) \frac{107578}{1 \cdot 2,77 \cdot 10^6} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z = 0,19$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 107578 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,77 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,54 = 0,63$$

$$Ma = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mh = -2,23 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ Mh = -2,23 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,54 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{107578}{0,7 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,45 \cdot 4,4 \cdot 10^7}{0,72 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 0,98 \cdot 0,63 \cdot 2,23 \cdot 10^7}{4,99 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,22 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$$

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,19}{(0,45 - 0,25)} \frac{107578}{1 \cdot 2,77 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,19$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 107578 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,77 \cdot 10^6 \text{ N}$$

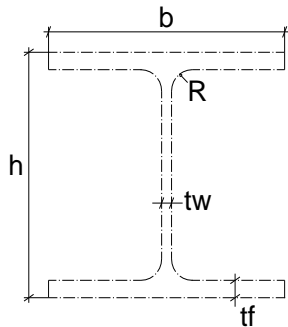
$$c_{mLT} = c_{my} = 0,45$$

$$\frac{107578}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 4,4 \cdot 10^7}{0,72 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 0,63 \cdot 2,23 \cdot 10^7}{4,99 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,36 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Barneko Portikoa

Zutabeak eraikitzeko HEB 140 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



A(mm ²)	4300	W _{el,y} (mm ³)	216·10 ³
I _y (mm ³)	1,51·10 ⁷	W _{pl,y} (mm ³)	246·10 ³
I _z (mm ³)	5,5·10 ⁶	W _{pl,z} (mm ³)	120·10 ³
h (mm)	140	tf (mm)	12
b (mm)	140	tw (mm)	7
r (mm)	12	I _T (mm ⁴)	225·10 ³

164.Taula: HEB 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot tw \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot tw \cdot f_{yd} \\ Z &= 38,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{116}{2} + 38,6 = 116 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,83$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,85 - 1} = 37,25$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 16,57 \leq 37,25 \quad 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{140 - 7 - 2 \cdot 12}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 12 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,54$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,54 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 4,9 \cdot 10^3 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 980 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 140 \cdot 7 = 980 \text{ mm}^2$$

$$4,9 \cdot 10^3 \leq 1,48 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 4300 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 6,44 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{141550}{1,12 \cdot 10^6} + \frac{7,37 \cdot 10^6}{6,44 \cdot 10^7} = 0,24 \cdot 10^{-1}$$

$0,24 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen da

Markurdura eta ebakitzailerik:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 2,16 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{3000^2} \cdot 2,75 \cdot 37,24^2 = 8,1 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C_1 = 116 \cdot 0,83 = 96,6 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 96,6 = 32,2 \text{ mm}$$

$$A_f = 140 \cdot 12 + 7 \cdot 32,2 = 1905,41 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 140^3 + \frac{1}{12} \cdot 32,2 \cdot 7^3 = 27,45 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{27,45 \cdot 10^5}{1905,41}} = 37,95 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_{1\frac{\pi}{Lc}} \sqrt{G I_T E I_Z} = 2,75 \cdot \frac{\pi}{3000} \sqrt{81000 \cdot 2,25 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 5,5 \cdot 10^6} = 4,19 \cdot 10^8 \text{ mm}$
- $M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(4,19 \cdot 10^8)^2 + (8,1 \cdot 10^7)^2} = 4,18 \cdot 10^8 \text{ mm}$
- $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,46 \cdot 10^5 \cdot 275}{4,62 \cdot 10^8}} = 0,38 \rightarrow \text{b kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 1$
- $M_{b,Rd} = 1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 6,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$
- $M_{Ed} = 7,37 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

Betebehar da:

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

$$7,37 \cdot 10^6 \leq 6,64 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 12 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 92 \text{ mm} \\ t = t_w = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 13,14$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$13,14 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

165. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 3000 = 2100 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 3000 = 2100 \text{ mm}$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{140}{140} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_z = \frac{2100}{35,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,67 \rightarrow \chi_z = 0,8$$

$$\lambda_y = \frac{2100}{59,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,4 \rightarrow \chi_y = 0,78$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}}$$

$$K_y = 1 + (0,4 - 0,2) \frac{141550}{0,9 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 1,03$$

Non:

$$\lambda_y = 0,4$$

$$\chi_y = 0,9$$

$$N_{Ed} = 141550 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,99 = 0,89$$

$$M_a = 7,34 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -7,36 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_a &= 7,34 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ M_h &= -7,36 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,99 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{141550}{0,9 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,03 \cdot 0,89 \cdot 7,37 \cdot 10^6}{1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,19 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$$

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,67}{(0,89 - 0,25)} \frac{141550}{0,8 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z = 0,67$$

$$\chi_z = 0,8$$

$$N_{Ed} = 141550 \text{ N}$$

$$N_{C,Rd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

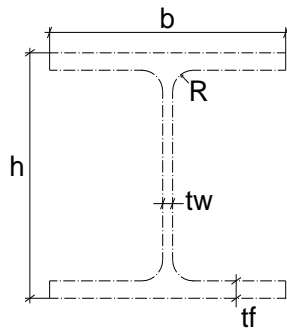
$$c_{mLT} = c_{my} = 0,89$$

$$\frac{141550}{0,8 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 7,36 \cdot 10^6}{1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,27 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du

* Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen habean oinarrituta egongo dira.

Habeak eraikitzeko HEB 140 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



$A(\text{mm}^2)$	4300	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$216 \cdot 10^3$
$I_y(\text{mm}^3)$	$1,51 \cdot 10^7$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$246 \cdot 10^3$
$I_z(\text{mm}^3)$	$5,5 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$120 \cdot 10^3$
h (mm)	140	t_f (mm)	12
b (mm)	140	t_w (mm)	7
r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$225 \cdot 10^3$

166.Taula: HEB 140 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z &= 0,57 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{116}{2} + 0,57 = 116 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,5$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,5 - 1} = 65,79$$

Bete behar da:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 16,57 \leq 65,79 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{140 - 7 - 2 \cdot 12}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 12 \text{ mm}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$\left. \begin{array}{l} c/t = 4,54 \\ 4,54 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.} \end{array} \right\}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 7,96 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 980 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 140 \cdot 7 = 980 \text{ mm}^2$$

$$9,02 \cdot 10^3 \leq 1,48 \cdot 10^5 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_z E_d = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 4300 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,65 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 5,66 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{2099}{1,12 \cdot 10^6} + \frac{5,15 \cdot 10^7}{6,44 \cdot 10^7} = 8 \cdot 10^{-1}$$

$$0,8 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 2,16 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{3250^2} 1,285 \cdot 38,57^2 = 8,1 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C^* = 140 \cdot 0,5 = 70,7 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 70,7 = 23,56 \text{ mm}$$

$$A_f = 140 \cdot 12 + 26,56 = 1844,94 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 140^3 + \frac{1}{12} \cdot 26,56 \cdot 7^3 = 2,74 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{2,74 \cdot 10^6}{1844,94}} = 38,57 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{3250} \sqrt{81000 \cdot 2,25 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 5,5 \cdot 10^6} =$
 $M_{LTV} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ mm}$

- $M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2} = \sqrt{(1,8 \cdot 10^8)^2 + (8,1 \cdot 10^7)^2} = 1,98 \cdot 10^8 \text{ mm}$
- $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,46 \cdot 10^5 \cdot 275}{1,98 \cdot 10^8}} = 0,58 \rightarrow \text{b kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,84$
- $M_{b,Rd} = 0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 5,41 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$
- $M_{Ed} = 5,15 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$

Bete behar da:

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

$$5,15 \cdot 10^7 \leq 5,41 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 12 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 92 \text{ mm} \\ t = t_w = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 13,14$$

$$70 \cdot \epsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon$$

$$13,14 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

167. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{140}{140} = 1 \leq 1.2 \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} y \text{ ardatzarekiko : b kurba} \\ z \text{ ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_z = \frac{1625}{35,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,52 \quad \longrightarrow \quad \chi_z = 0,88$$

$$\lambda_y = \frac{1625}{59,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,63 \quad \longrightarrow \quad \chi_y = 0,78$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \qquad K_y = 1 + (0,479 - 0,2) \frac{25013}{0,88 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_y = 0,63$$

$$\chi_y = 0,78$$

$$N_{Ed} = 2099,2 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot 0,42 = 0,44$$

$$M_a = 2,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -5,15 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_a &= 2,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h &= -5,15 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,42 \quad \longrightarrow \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{2099,2}{0,63 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,44 \cdot 5,15 \cdot 10^7}{0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,42 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{c,Rd}} \qquad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,52}{(0,44 - 0,25)} \frac{2099,2}{0,88 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 0,99$$

Lortu behar da:

Non:

$$\lambda_z = 0,52$$

$$\chi_z = 0,88$$

$$N_{Ed} = 2099,2 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mLT} = c_{my} = 0,44$$

$$\frac{2099,2}{0,88 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 5,15 \cdot 10^7}{0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

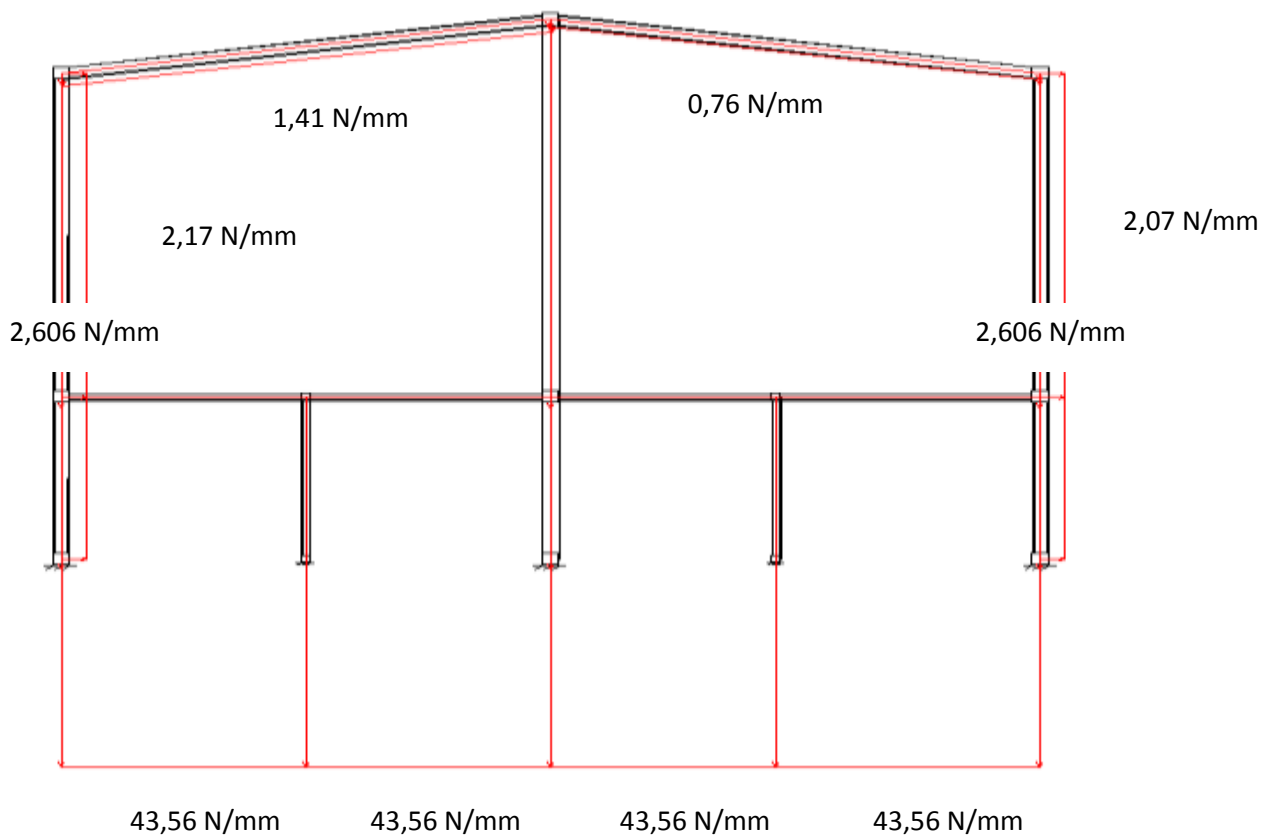
$0,95 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du

Lehenago aipatu bezala, portiko hastialetako korreak aukeratzeko kalkuluak 1 portikoan egindako berberak izango direnez ez dira berriro aipatuko.

Solido askea:

P+VIP Qk3+ forjatuko Qk1 konbinazioak:

ZX Planoa:

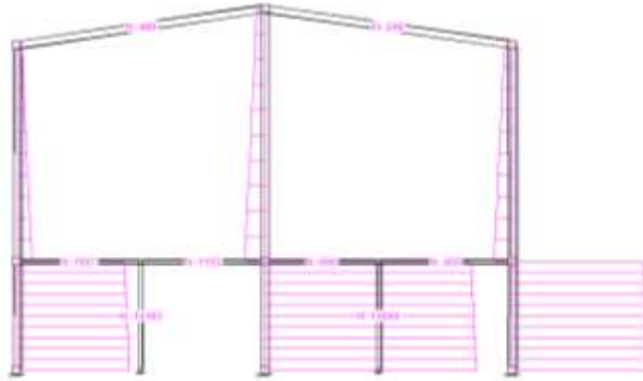


149. Irudia: Egituran aplikatutako kargak

Aurreko akzioen eraginez, barne esfortzuak agertzen dira. Barne esfortzu hauek erresistentzi aurreko kalkuluak egiteko erabiliko dira, eta CESPLA-ren arabera hurrengo diagramak eta balioak sortzen dituzte:

ZX Planoa

- Esfortzu Axiala



150. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako N_{Ed} indarrak.

Kanpoko portikoa:

1 Jazena:

N: 4890 N

2 Jazena:

N: 2480N

1 Zutabea:

N:-79635N

2 Zutabea:

N: 96320N

Barruko Portikoa:

1 Haba:

N: 16570 N

2 Haba:

N: 11530N

3. Haba:

N: 5960 N

4.Haba:

N: 4550 N

2.Zutabea:

N: 141830 N

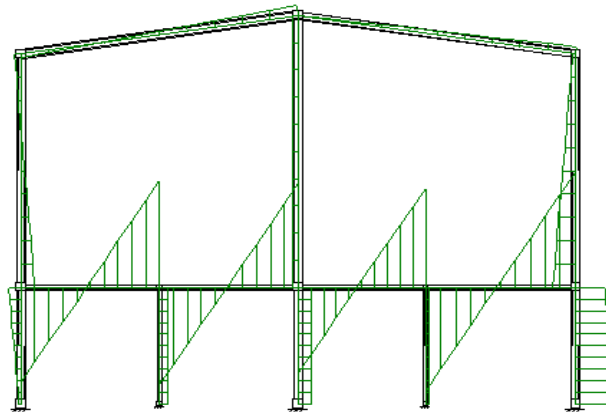
3.Zutabea:

N: 149723 N

4.Zutabea:

N: 140600 N

- Esfortzu Ebakitzalea:



151. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako V_{Ed} indarrak.

Kanpoko Portikoa:

1 Jazena:

$V_{zEd_{max}}$: 6957,6 N

2 Jazena:

$V_{zEd_{max}}$: 5232 N

1 Zutabea:

$V_{zEd_{max}}$: 8034,7 N

2 Zutabea:

V_zEd_{max} : 8046,5 N

3Zutabea:

V_zEd_{max} : 24835,4 N

Barneko Portikoa:

1 eta 4 Habeak:

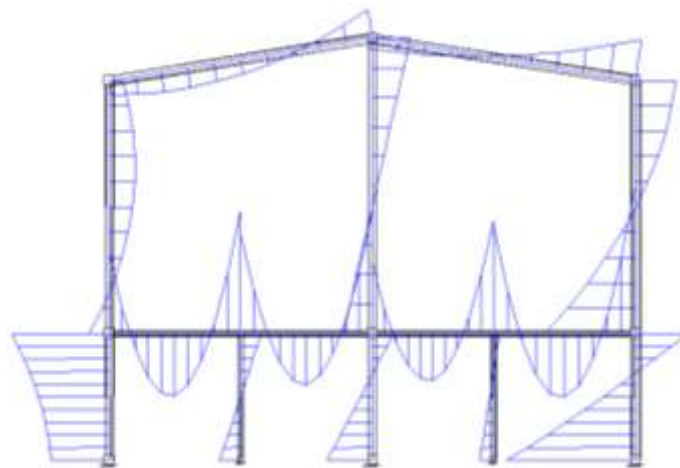
V_zEd_{max} : 79522 N

2 eta 3 Habeak:

V_zEd_{max} : 72321 N

2 eta 4 Zutabeak:

V_zEd_{max} : 5042N



152. Irudia: Aplikatutako kargak portikoetan eragindako $MzEd$ momentuak.

Kanpoko Portikoa:

1 Jazena:

M_yEd : 10371000Nmm

2 Jazena:

M_yEd : 14465500Nmm

1 Zutabea:

M_yEd : 35187200 Nmm

2-Zutabea:

$M_{yEd}: 16310000 \text{ Nmm}$

3Zutabea:

$M_{yEd}: 46605500 \text{ Nmm}$

Barneko Portikoa:

1 eta 4 habeak:

$M_{yEd}: 51298400 \text{ Nmm}$

2 eta 3 habeak:

$M_{yEd}: 43002800 \text{ Nmm}$

2 eta 4 Zutabeak:

$M_{yEd}: 7574680 \text{ Nmm}$

Kanpoko Egitura:

Jazenak eraikitzeko IPE 220perfila erabiliko denez, profil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	3340	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$252 \cdot 10^5$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$277 \cdot 10^5$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$266 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$2,05 \cdot 10^4$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$58 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	t_f (mm)	9,2
	b (mm)	110	t_w (mm)	5,9
	r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$9,07 \cdot 10^4$

168.Taula: IPE 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \\ N_{Ed} = A \cdot f_y d \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z = 0,8 \text{ mm} \end{array}$$

$$N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_{yd}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad \frac{201,6}{2} + 0,8 = 201,6 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,5$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,5 - 1} = 65,93$$

Bete behar da:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 34,17 \leq 65,93 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{220 - 15,9 - 2 \cdot 12}{2} = 40,05 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 9,2 \text{ mm}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} c/t = 4,35$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 4,35 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$- V_{Ed} = 5,23 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$- V_{pIRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Non:

$$- Av = h \cdot t_w = 220 \cdot 5,9 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$5,23 \cdot 10^4 \leq 1,9 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

$$- N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 3340 \cdot \frac{275}{1,05} = 8,7 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 7,49 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$- M_{pl,Rdz} = W_{plz} \cdot f_{yd} = 5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,52 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\frac{2447}{8,7 \cdot 10^6} + \frac{1,44 \cdot 10^7}{7,49 \cdot 10^7} + \frac{3,8 \cdot 10^5}{1,52 \cdot 10^7} = 2,21 \cdot 10^{-1}$$

$$0,22 \leq \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailer:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pIRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 2,52 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{6500^2} 1,2085 \cdot 66,44^2 = 1,43 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C' = 201,6 \cdot 0,5 = 101,6 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 101,6 = 33,87 \text{ mm}$$

$$Af = 220 \cdot 9,2 + 33,87 \cdot 5,9 = 1211,8 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 9,2 \cdot 220^3 + \frac{1}{12} \cdot 33,87 \cdot 5,9^3 = 10,21 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{10,21 \cdot 10^6}{1211,2}} = 29,02 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{Lc} \sqrt{G I_T E I_Z} = 1,2085 \cdot \frac{\pi}{6500} \sqrt{81000 \cdot 9,07 \cdot 10^4 \cdot 210000 \cdot 2,05 \cdot 10^7} = 3,3 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(3,3 \cdot 10^7)^2 + (1,42 \cdot 10^7)^2} = 3,58 \cdot 10^7 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,86 \cdot 10^6 \cdot 275}{3,58 \cdot 10^7}} = 1,48 \longrightarrow \text{C kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,36$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,36 \cdot 2,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,7 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 1,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$1,44 \cdot 10^7 \leq 2,7 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{ply}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

169. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 6500 = 3250 \text{ mm}$$

$$i_z = 24,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ mm}$$

$$i_y = 91,1 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{220}{110} = 2 \geq 1.2 \\ t = t_f = 9,2 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} y \text{ ardatzarekiko : a kurba} \\ z \text{ ardatzarekiko : b kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

Egituren kalkuluak

$$\lambda_z = \frac{3250}{24,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 1,5 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 0,35$$

$$\lambda_y = \frac{945}{91,1} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,12 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \qquad K_y = 1 + (0,12 - 0,2) \frac{2477}{1,8,74 \cdot 10^5} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,12$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 2477 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot (-0,24) = 0,29 \geq 0,4 \quad \rightarrow \quad C_{my} = 0,4$$

$$M_a = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_a = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h = -1,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,24 \quad \rightarrow \quad -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{cRd}} = K_y = 1 + (2 \cdot 1,5 - 0,6) \frac{2477}{0,35 \cdot 8,74 \cdot 10^5} = 1,02$$

Non:

$$\lambda_z = 1,5$$

$$\chi_z = 0,35$$

$$N_{Ed} = 2477 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 8,74 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\frac{2477}{1,3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,4 \cdot 1,44 \cdot 10^7}{0,36 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1,02 \cdot 0,9 \cdot 3,8 \cdot 10^5}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,42 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du.

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}} \qquad k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 1,5}{(0,43 - 0,25)} \frac{2477}{0,35 \cdot 2,78 \cdot 10^6} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z = 1,5$$

$$\chi_z = 0,35$$

$$N_{Ed} = 2477 \text{ N}$$

$$N_{C,Rd} = 2,78 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mLT} = c_{my} = 0,43$$

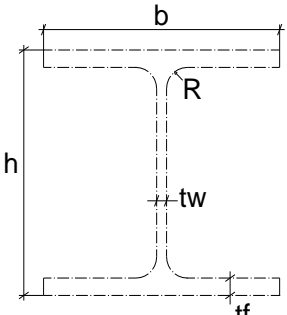
$$\frac{2477}{0,35 \cdot 3340 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 1,44 \cdot 10^7}{0,35 \cdot 2,86 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,02 \cdot 0,9 \cdot 3,8 \cdot 10^5}{5,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$0,57 \leq 1 \Rightarrow$ Betetzen du

Egindako kalkuluaren arabera aukeratutako IPE 220 egokia da.

Hurrengo atalean 7 portikoko 2 zutabearen kalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 220 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	9100	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$73,6 \cdot 10^4$
	$I_y(\text{mm}^3)$	$80,9 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$82,8 \cdot 10^4$
	$I_z(\text{mm}^3)$	$28,4 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$394 \cdot 10^3$
	h (mm)	220	t_f (mm)	16
	b (mm)	220	t_w (mm)	9,5
	r (mm)	18	$I_T(\text{mm}^4)$	$8 \cdot 10^4$

170.Taula: HEB 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{aligned} C &= 220 - 2 \cdot 16 = 188 \text{ mm} \\ t &= t_w = 9,5 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 19,78$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z &= 30,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{188}{2} + 30,08 = 188 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,68$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,59 - 1} = 48,29$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 19,76 \leq 48,29 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{220 - 9,5 - 2 \cdot 18}{2} = 87,25 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 16 \text{ mm}$$

$$c/t = 5,45$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,45 \leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$- V_{Ed} = 8,04 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$- V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,09 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 220 \cdot 9,5 = 2,09 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$8,04 \cdot 10^3 \leq 3,16 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

$$- N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$- M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,03 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\frac{149720}{2,38 \cdot 10^6} + \frac{6,57 \cdot 10^7}{2,17 \cdot 10^8} + \frac{1,63 \cdot 10^7}{1,03 \cdot 10^8} = 3,66 \cdot 10^{-1}$$

$$0,36 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailer:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 7,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{10000^2} 1,285 \cdot 60,24^2 = 7,11 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C = 188 \cdot 0,66 = 124,08 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 124,08 = 41,36 \text{ mm}$$

$$A_f = 220 \cdot 16 + 41,36 \cdot 9,5 = 3912,94 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 16 \cdot 220^3 + \frac{1}{12} \cdot 41,36 \cdot 9,5^3 = 14,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{14,2 \cdot 10^6}{3912,94}} = 60,24 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L c} \sqrt{G_I T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{10000} \sqrt{81000 \cdot 8,44 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 2,84 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 2,6 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(2,6 \cdot 10^7)^2 + (7,11 \cdot 10^7)^2} = 2,67 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{8,28 \cdot 10^5 \cdot 275}{2,67 \cdot 10^8}} = 0,92 \longrightarrow \text{C kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 0,7$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 0,7 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,52 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 6,57 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$6,57 \cdot 10^7 \leq 1,52 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 220 - 16 \cdot 2 - 18 \cdot 2 = 152 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 9,5 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 152 \text{ mm} \\ t = 9,5 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0.92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$16 \leq 64,4 \Rightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{ply}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

171. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1350 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_z = 55,9 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 10000 = 7000 \text{ mm}$$

$$i_y = 94,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{220}{110} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : a kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : b kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_y = \frac{7000}{94,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,85 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 0,7$$

$$\lambda_z = \frac{1050}{55,9} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,21 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{NEd}{\chi_y \cdot N_{crd}}$$

$$K_y = 1 + (0,85 - 0,2) \frac{149720}{0,7 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 1,06$$

Non:

$$\lambda_y = 0,85$$

$$\chi_y = 0,7$$

$$N_{Ed} = 149720 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 3,09 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,17 = 0,24 \geq 0,4 \rightarrow C_{my} = 0,4$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 6,6 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,18 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,17 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} \quad K_z = 1 + (2 \cdot 0,18 - 0,6) \frac{149720}{1,874 \cdot 10^5} = 1,06$$

Non:

$$\lambda_z = 0,18$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 149720 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,48 = 0,48$$

$$\left. \begin{array}{l} Ma = 7,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ Mh = -1,63 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{Ma}{Mh} = -0,48 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{149720}{0,7 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,4 \cdot 1,18 \cdot 10^7}{0,7 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 1,06 \cdot 0,48 \cdot 1,63 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,41 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$$

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,18}{(0,4 - 0,25)} \frac{149720}{1 \cdot 3,09 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,18$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 149720 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mLT} = c_{my} = 0,4$$

$$\frac{149720}{1 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 1,18 \cdot 10^7}{0,7 \cdot 8,28 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,48 \cdot 1,63 \cdot 10^7}{3,94 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,25 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Hurrengo atalean 7 portikoko 1 eta 3 zutabeen kalkuluak aztertuko dira.

Zutabeak eraikitzeko HEB 240 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	10600	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$938 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$113 \cdot 10^6$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$1050 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$39,2 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$499 \cdot 10^3$
	h (mm)	240	t_f (mm)	17
	b (mm)	240	t_w (mm)	10
	r (mm)	21	$I_T(\text{mm}^4)$	$110 \cdot 10^4$

172.Taula: HEB 240 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Arima:

$$\left. \begin{aligned} C &= 240 - 2 \cdot 17 = 206 \text{ mm} \\ t &= t_w = 10 \text{ mm} \end{aligned} \right\} c/t = 12,11$$

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{C}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_y d \\ N_{Ed} &= 2Z \cdot t_w \cdot f_y d \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z &= 18,39 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \quad \rightarrow \quad 206 + 12,08 = 206 \cdot \alpha \quad \rightarrow \quad \alpha = 0,56$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,59 - 1} = 54,96$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 20,6 \leq 54,96 \Rightarrow \text{Klasea.}$$

Hegala:

$$C = \frac{240 - 10 - 2 \cdot 21}{2} = 94 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17 \text{ mm}$$

$$c/t = 5,52$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$5,52 \leq 8,32 \Rightarrow \text{1 Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{plRd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 2,72 \cdot 10^7 \text{ N}$

Non:

$$- A_v = h \cdot t_w = 240 \cdot 10 = 2,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$2,5 \cdot 10^3 \leq 2,72 \cdot 10^7 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailerik gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoak bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1.05} = 2,75 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$
- $M_{pl,Rdz} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 4,99 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,31 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{96320}{2,7 \cdot 10^6} + \frac{4,66 \cdot 10^7}{2,75 \cdot 10^8} + \frac{1,11 \cdot 10^7}{1,31 \cdot 10^8} = 9 \cdot 10^{-1}$$

$$0,9 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzailerik:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 9,39 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi^2 210000}{9000^2} 1,285 \cdot 66,08^2 = 1,34 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Non:

$$C_1 = 206 \cdot 0,59 = 121,38 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 121,38 = 40,46 \text{ mm}$$

$$A_f = 240 \cdot 17 + 40,46 \cdot 10 = 4484,62 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 17 \cdot 240^3 + \frac{1}{12} \cdot 40,46 \cdot 10^3 = 19,58 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{19,58 \cdot 10^6}{4484,62}} = 66,08 \text{ mm}^4$$

- $$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_Z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{9000} \sqrt{81000 \cdot 1,1 \cdot 10^6 \cdot 210000 \cdot 3,92 \cdot 10^7} =$$

$$M_{LTV} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ mm}$$
- $$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(3,84 \cdot 10^8)^2 + (1,34 \cdot 10^8)^2} = 4,07 \cdot 10^8 \text{ mm}$$
- $$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^6 \cdot 275}{4,07 \cdot 10^8}} = 0,84 \rightarrow \text{C kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,7$$
- $$M_{b,Rd} = 0,7 \cdot 9,38 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 1,93 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$
- $$M_{Ed} = 4,66 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Bete behar da:

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

$$4,66 \cdot 10^7 \leq 1,93 \cdot 10^8 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 240 - 17 \cdot 2 - 21 \cdot 2 = 164 \text{ mm} \\ t = t_w = 10 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 16$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70 \varepsilon$$

$$16,4 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A*	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

173. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 1500 = 1050 \text{ mm}$$

$$i_z = 60,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 10000 = 7000 \text{ mm}$$

$$i_y = 103 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\frac{h}{b} = \frac{240}{240} = 1 \leq 1,2$$

$$t = t_f = 16 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm}$$

} y ardatzarekiko : b kurba
} z ardatzarekiko : c kurba

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_z = \frac{1050}{60,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,19 \rightarrow \chi_z = 1$$

$$\lambda_y = \frac{1050}{103} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,12 \rightarrow \chi_y = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{CRd}} \quad K_y = 1 + (0,11 - 0,2) \frac{96320}{1,2,77 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_y = 0,11$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 96320 \text{ N}$$

$$N_{CRd} = 2,77 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- \quad C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot 0,7 = 0,66$$

$$M_a = 3,27 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = 4,66 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{aligned} M_a &= 3,27 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h &= 4,66 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,7 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$K_z = 1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{CRd}} \quad K_z = 1 + (2 \cdot 0,19 - 0,6) \frac{107578}{1,2,77 \cdot 10^6} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z = 0,19$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 96320 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,77 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{mz} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,56 = 0,55$$

$$M_a = 6,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,11 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_a = 6,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h = -1,11 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,56 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{96320}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 0,66 \cdot 4,66 \cdot 10^7}{0,7 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,6 \cdot 0,98 \cdot 0,55 \cdot 1,11 \cdot 10^7}{4,99 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,47 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurduraren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{c,Rd}}$$

$$k_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,12}{(0,45 - 0,25)} \frac{96320}{1 \cdot 2,77 \cdot 10^6} = 0,99$$

Non:

$$\lambda_z = 0,19$$

$$\chi_z = 1$$

$$N_{Ed} = 96320 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 2,77 \cdot 10^6 \text{ N}$$

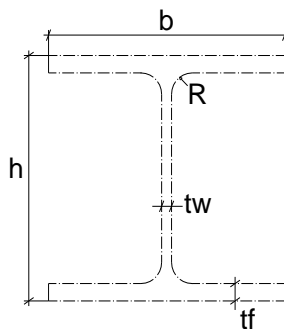
$$c_{mL} = c_{my} = 0,66$$

$$\frac{96320}{1 \cdot 10600 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,99 \cdot 4,66 \cdot 10^7}{0,7 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 0,63 \cdot 1,11 \cdot 10^8}{4,99 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,74 \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Barneko Egitura

Zutabeak eraikitzeko HEB 140 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:



A(mm ²)	4300	W _{el,y} (mm ³)	216·10 ³
I _y (mm ³)	1,51·10 ⁷	W _{pl,y} (mm ³)	246·10 ³
I _z (mm ³)	5,5·10 ⁶	W _{pl,z} (mm ³)	120·10 ³
h (mm)	140	tf (mm)	12
b (mm)	140	tw (mm)	7
r (mm)	12	I _T (mm ⁴)	225·10 ³

174.Taula: HEB 220 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c}{2} + z &= \alpha \cdot C \\ N_{Ed} &= A \cdot f_{yd} \\ N_{Ed} &= 2z \cdot t_w \cdot f_{yd} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_{Ed} &= 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_{yd} \\ Z &= 40,83 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{c}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{116}{2} + 40,83 = 116 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,85$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,85 - 1} = 36,33$$

Bete behar da:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 16,57 \leq 36,33 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{aligned} c &= \frac{140 - 7 - 2 \cdot 12}{2} = 54,5 \text{ mm} \\ t &= t_f = 12 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} c/t &= 4,54 \\ 4,54 &\leq 8,32 \Rightarrow 1 \text{ Klasea.} \end{aligned} \right\}$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 8 \cdot 10^3 \text{ N}$
- $V_{plRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 980 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

- $Av = h \cdot t_w = 140 \cdot 7 = 980 \text{ mm}^2$

$$8 \cdot 10^3 \leq 1,48 \cdot 10^5 \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengoa bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 4300 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 6,44 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{149723}{1,12 \cdot 10^6} + \frac{1,63 \cdot 10^6}{6,44 \cdot 10^7} = 0,386 \cdot 10^{-1}$$

$$0,386 \leq 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

$$\bullet M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i^2_{f,z} = 2,16 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{3000^2} 2,75 \cdot 37,9^2 = 1,97 \cdot 10^8 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Non:

$$C^ = 116 \cdot 0,85 = 98,8 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 98,8 = 32,9 \text{ mm}$$

$$A_f = 140 \cdot 12 + 7 \cdot 32,9 = 1910,61 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 140^3 + \frac{1}{12} \cdot 32,9 \cdot 7^3 = 27,45 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$i^2_{f,z} = \sqrt{\frac{27,45 \cdot 10^5}{1910,61}} = 37,9 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G_I T E I_z} = 2,75 \cdot \frac{\pi}{3000} \sqrt{81000 \cdot 2,25 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 5,5 \cdot 10^6} =$$

$$M_{LTV} = 4,18 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(4,18 \cdot 10^8)^2 + (1,97 \cdot 10^8)^2} = 4,62 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

$$\bullet \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,46 \cdot 10^5 \cdot 275}{4,62 \cdot 10^8}} = 0,38 \longrightarrow \text{b kurba} \longrightarrow \chi_{LT} = 1$$

$$\bullet M_{b,Rd} = 1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 6,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\bullet M_{Ed} = 1,63 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Betebehar da:

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

$$1,63 \cdot 10^6 \leq 6,64 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{aligned} d &= h - t_f \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 12 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 92 \text{ mm} \\ t &= t_w = 7 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \frac{d}{t} = 13,14$$

$$70 \cdot \varepsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon$$

$$13,14 \leq 64,4 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

175. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,7 \cdot 3000 = 2100 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,7 \cdot 3000 = 2100 \text{ mm}$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{140}{140} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_z = \frac{2100}{35,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,67 \rightarrow \chi_z = 0,8$$

$$\lambda_y = \frac{2100}{59,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,4 \rightarrow \chi_y = 0,9$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}}$$

$$K_y = 1 + (0,4 - 0,2) \frac{149723}{0,9 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 1,03$$

Non:

$$\lambda_y = 0,4$$

$$\chi_y = 0,9$$

$$N_{Ed} = 149723 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot 0,48 = 0,48$$

$$M_a = 7,83 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -1,63 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,48 \longrightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{149723}{0,9 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1,03 \cdot 0,48 \cdot 1,63 \cdot 10^7}{1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,31 \leq 1 \iff \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{c,Rd}} N_{Ed}$$

$$K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,67}{(0,48 - 0,25) \cdot 0,8 \cdot 1,12 \cdot 10^6} \frac{149723}{1} = 0,98$$

Non:

$$\lambda_z = 0,67$$

$$\chi_z = 0,8$$

$$N_{Ed} = 149723 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

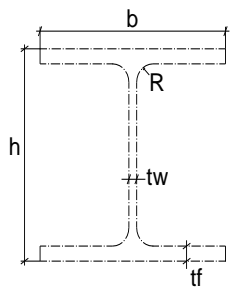
$$c_{mLt} = c_{my} = 0,48$$

$$\frac{149723}{0,8 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,97 \cdot 1,63 \cdot 10^7}{1 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,41 \leq 1 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

* Kalkuluak erreakzio handienak jasaten dituen habean oinarrituta egongo dira.

Habeak eraikitzeko HEB 140 perfila erabiliko denez, perfil honen datuak hartuko dira:

	$A(\text{mm}^2)$	4300	$W_{el,y}(\text{mm}^3)$	$216 \cdot 10^3$
	$I_y(\text{mm}^4)$	$1,51 \cdot 10^7$	$W_{pl,y}(\text{mm}^3)$	$246 \cdot 10^3$
	$I_z(\text{mm}^4)$	$5,5 \cdot 10^6$	$W_{pl,z}(\text{mm}^3)$	$120 \cdot 10^3$
	h (mm)	140	tf (mm)	12
	b (mm)	140	tw (mm)	7
	r (mm)	12	$I_T(\text{mm}^4)$	$225 \cdot 10^3$

175.Taula: HEB 140 perfilaren neurriak (Iturria: Egituren teknologia)

Hurrengo kalkuluetan sekzioaren klasea definituko da:

Flexo konpresioa

Arima:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \\ N_{Ed} = A \cdot f_y d \\ N_{Ed} = 2z \cdot t_w \cdot f_y d \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{Ed} = 2 \cdot Z \cdot t_w \cdot f_y d \\ Z = 40,83 \text{ mm} \end{array}$$

$$\frac{C}{2} + z = \alpha \cdot C \rightarrow \frac{116}{2} + 40,83 = 116 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0,85$$

$$\frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \rightarrow \frac{396 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}}{13 \cdot 0,85 - 1} = 36,33$$

Bete behar da:

$$\frac{C}{t} \leq \frac{396 \cdot \varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 16,57 \leq 36,33 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Hegala:

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{140 - 7 - 2 \cdot 12}{2} = 54,5 \text{ mm} \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \end{array} \right\} c/t = 4,54$$

$$9 \cdot \varepsilon \rightarrow 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} \rightarrow 9 \cdot 0,92 \rightarrow 8,32$$

$$4,54 \leq 8,32 \Leftrightarrow 1 \text{ Klasea.}$$

Konprobatu den bezala, 1. Klaseko pieza da.

ERRESISTENTZIA AURREKO FROGAPENA:

Ebakidura aurreko frogapena:

$$V_{Ed} \leq Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- $V_{Ed} = 7,43 \cdot 10^4 \text{ N}$
- $V_{EplRd} = Av \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 980 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}} = 1,48 \cdot 10^5 \text{ N}$

Non:

- $Av = h \cdot t_w = 140 \cdot 7 = 980 \text{ mm}^2$

$$7,43 \cdot 10^4 \leq 1,48 \cdot 10^5 \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Makurdura konposatua ebakitzailer gabe

1. klaseko sekzioentzat, hurrengo bete behar da:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Bertan $M_{z,Ed} = 0$ da. Gainera:

- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 4300 \cdot \frac{275}{1.05} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$
- $M_{pl,Rdy} = W_{ply} \cdot f_{yd} = 1,65 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1.05} = 5,66 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$$\frac{16573}{1,12 \cdot 10^6} + \frac{4,26 \cdot 10^7}{6,44 \cdot 10^7} = 7,53 \cdot 10^{-1}$$

$$0,75 \cdot 1 \Leftrightarrow \text{Betetzen da}$$

Markurdura eta ebakitzaila:

Ez da konprobatu behar. $V_{Ed} \leq V_{plRd} \cdot 0,5$

Alboko gilbordura:

- $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 E}{L^2 c} C_1 i_{f,z}^2 = 2,16 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi^2 210000}{3250^2} 1,285 \cdot 37,24^2 = 7,5 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{mm}$

Non:

$$C^ = 140 \cdot 0,85 = 128 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot 128 = 42,66 \text{ mm}$$

$$A_f = 140 \cdot 12 + 42,66 \cdot 7 = 1978,66 \text{ mm}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 140^3 + \frac{1}{12} \cdot 42,66 \cdot 7^3 = 2,74 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z}^2 = \sqrt{\frac{2,74 \cdot 10^6}{1978,66}} = 37,24 \text{ mm}^4$$

- $M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G I_T E I_z} = 1,285 \cdot \frac{\pi}{3250} \sqrt{81000 \cdot 2,25 \cdot 10^5 \cdot 210000 \cdot 5,5 \cdot 10^6} =$

$$M_{LTV} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ mm}$$

- $M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} = \sqrt{(1,8 \cdot 10^8)^2 + (7,5 \cdot 10^7)^2} = 1,95 \cdot 10^8 \text{ mm}$

- $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{2,46 \cdot 10^5 \cdot 275}{1,95 \cdot 10^8}} = 0,58 \rightarrow \text{b kurba} \rightarrow \chi_{LT} = 0,84$

- $M_{b,Rd} = 0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05} = 5,41 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$

- $M_{Ed} = 4,26 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$

Betebehar da:

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

$$4,26 \cdot 10^7 \leq 5,41 \cdot 10^7 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Arimaren maspildura aurreko frogapena:

$$\left. \begin{array}{l} d = h - t_r \cdot 2 - r \cdot 2 = 140 - 12 \cdot 2 - 12 \cdot 2 = 92 \text{ mm} \\ t = t_w = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \frac{d}{t} = 13,14$$

$$70 \cdot \epsilon = 70 \cdot 0,92 = 64,4$$

Bete behar da:

$$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon$$

$$13,14 \leq 64,4 \Leftrightarrow \text{Betetzen da.}$$

Gilbordura aurreko frogapena:

Edozein piezarentzako:

Bete behar da:

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

Sekzioa 1 klasekoa denez:

Clase	A	W _y	W _z	α _y	α _z	e _{N,y}	e _{N,z}
1	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	0,6	0,6	0	0

176. Taula: Frogapen terminoak, piezaren klase txarrenaren arabera. (Iturria: Egituren Teknologia)

Aldagaiak ebatziz:

$$L_c(XY) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

$$L_c(XZ) = 0,5 \cdot 3250 = 1625 \text{ mm}$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

- χ_y eta χ_z

Perfilen ezaugarrietatik:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{140}{140} = 1 \leq 1,2 \\ t = t_f = 12 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y ardatzarekiko : b kurba} \\ \text{z ardatzarekiko : c kurba} \end{array}$$

Aurreko kurbak erabiltzeko, lerdentasun murriztua ezagutu behar da, honela:

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

$$\lambda_z = \frac{1625}{35,8} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 \cdot 210000}} \right) = 0,52 \quad \rightarrow \quad \chi_z = 0,88$$

Egituren kalkuluak

$$\lambda_y = \frac{1625}{59,3} \left(\sqrt{\frac{275}{\pi^2 210000}} \right) = 0,31 \quad \rightarrow \quad \chi_y = 1$$

Lortu behar da:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{cRd}} \quad K_y = 1 + (0,31 - 0,2) \frac{16573}{1 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 1$$

Non:

$$\lambda_y = 0,31$$

$$\chi_y = 1$$

$$N_{Ed} = 16573 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$- C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot -0,28 = 0,32$$

$$M_a = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_h = -4,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_a = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\ M_h = -4,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{array} \right\} \alpha = \frac{M_a}{M_h} = -0,28 \rightarrow -1 \leq \alpha \leq 0$$

$$\frac{16573}{1 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{1 \cdot 0,32 \cdot 4,2 \cdot 10^7}{0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,27 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Gainera, bihurturaren eraginez gilbordura jasan dezaketen piezentzat:

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

Lortu behar da:

$$K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{C,Rd}} \quad K_{yLT} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,52}{(0,32 - 0,25) \cdot 0,78 \cdot 1,12 \cdot 10^6} = 0,98$$

Lortu behar da:

Non:

$$\lambda_z = 0,52$$

$$\chi_z = 0,78$$

$$N_{Ed} = 16573 \text{ N}$$

$$N_{cRd} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$c_{mL} = c_{my} = 0,32$$

$$\frac{16573}{0,78 \cdot 4300 \cdot \frac{275}{1,05}} + \frac{0,98 \cdot 4,2 \cdot 10^7}{0,84 \cdot 2,46 \cdot 10^5 \cdot \frac{275}{1,05}} \leq 1$$

$$0,8 \leq 1 \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Lehenago aipatu bezala, portiko hastialetako petralak aukeratzeko kalkuluak 1 portikoan egindako berberak izango direnez ez dira berriro aipatuko.

5. Egituraren loturak:

Atal honetan egitura osatuko duten perfil ezberdinen arteko loturen ikasketa azalduko da. Perfil ezberdinak lotzeko lotura mota ezberdinak erabili dira, soldaduren bidezko loturak eta torlojuen bidezko loturak hain zuzen. Lotura mota hauek egiteko CTE DB SE-A dokumentuko arautegia erabili da, lotura hauek arau guztiak betetzen dituztelarik.

5.1 Erdiko Portikoak:

Atal honetan erdiko portikoetan egindako loturen kalkuluak azalduko dira. Lotura hauek 2. portikotik 6. portikora dauden jazenen arteko eta jazena eta zutabeen arteko elementuen loturentzako balio dute.

5.1.1 Gailurreko lotura (1. Lotura)

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Jazena osatzen dituzuten HEB 240 perfilak altzairuzko plaka batetara soldatuko dira.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,51 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 3,66 \cdot 10^3 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 8,51 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 240 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{1050 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 1,375 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

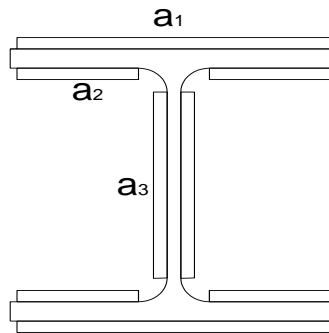
- HEB 240 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{3320 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 1,375 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



153. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua HEB 240 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{l} e_{\text{HEB240}} = 17 \text{ mm} \quad e_1 = 17 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 12 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 10 \text{ mm} \quad e_2 = 10 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 4 \text{ mm} \end{array} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 12 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 12 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\left. \begin{array}{l} e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} \quad e_1 = 7 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 7 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 10 \text{ mm} \quad e_2 = 10 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 4 \text{ mm} \end{array} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_3 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 240 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{240 - 2 \cdot 21 - 10}{2} = 94 \text{ mm}$$

$$L_3 = 240 - 2 \cdot 17 - 2 \cdot 21 = 164 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 240 \cdot 12^3 + 240 \cdot 12 \cdot \left(\frac{240}{2} + \frac{12}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 94 \cdot 12^3 + 94 \cdot 12 \cdot \left(\frac{206}{2} - \frac{12}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 164^3 \right) = 13,88 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 12 \cdot 240 + 4 \cdot 12 \cdot 94 + 2 \cdot 7 \cdot 164 = 12404 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{1375 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{240}{2} + \frac{12}{2} \right)}{13,88 \cdot 10^7} + \frac{253105}{12404} = 127,82 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 127,82 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 89,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 127,82 = -89,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{89,66^2 + 3(89,66^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$179,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$89,7 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$89,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{1375 \cdot 10^5 \cdot (103 - 6)}{13,88 \cdot 10^7} + \frac{253105}{12404} = 116,72 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 116,72 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 82,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 116,72 = -82,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{82,31^2 + 3(82,31^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$164,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$82,31 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$82,31 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{1375 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{164}{2}\right)}{13,88 \cdot 10^7} = 83,27 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{251009}{6,5 \cdot 164 \cdot 2} = 117,73 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 83,27 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 58,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 83,27 = -58,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 117,73 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{58,88^2 + 3(58,88^2 + 117,73^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$234,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$58,88 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$58,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.1.2 Jazena- Zutabe lotura (2. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Jazena osatzen dituzten HEB 240 perfilak zutabea osatuko duten HEB 260 periletara soldatuko dira.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 1,99 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 4,553 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 1,12 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 240 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{1050 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 1,375 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

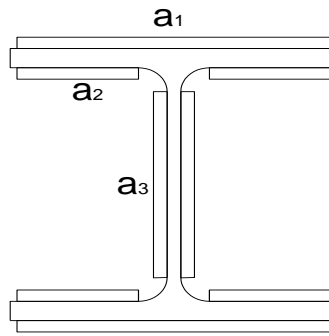
- HEB 240 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{3320 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 1,375 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura kordioien hurrengo konfigurazioa daukagu:



154. Irudia: Soldaduren kordoiaren kokalekua HEB 240 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{lcl}
 e_{\text{HEB240}} = 17 \text{ mm} & e_1 = 17 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 12 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB260}} = 17,5 \text{ mm} & e_2 = 17,5 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 5,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} e_{\text{HEB240}} = 17 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB260}} = 17,5 \text{ mm} \end{array}} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 12 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 12 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{lcl}
 e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 7 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB260}} = 17 \text{ mm} & e_2 = 17 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 5,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB260}} = 17 \text{ mm} \end{array}} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_3 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 240 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{240 - 2 \cdot 21 - 10}{2} = 94 \text{ mm}$$

$$L_3 = 240 - 2 \cdot 17 - 2 \cdot 21 = 164 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoiaren abatimendu planoaren inertiaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 240 \cdot 12^3 + 240 \cdot 12 \cdot \left(\frac{240}{2} + \frac{12}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 94 \cdot 12^3 + 94 \cdot 12 \cdot \left(\frac{206}{2} - \frac{12}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 164^3 \right) = 13,88 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengo da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 12 \cdot 240 + 4 \cdot 12 \cdot 94 + 2 \cdot 7 \cdot 164 = 12404 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{1375 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{240}{2} + \frac{12}{2} \right)}{13,88 \cdot 10^7} + \frac{19906}{12404} = 126,42 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 126,42 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 89,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 126,42 = -89,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{89,39^2 + 3(89,39^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$178,78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$89,39 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$89,39 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{1375 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{206}{2} - \frac{12}{2}\right)}{13,88 \cdot 10^7} + \frac{19906}{12404} = 97,69 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 97,69 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 69,07 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 97,69 = -69,07 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{69,071^2 + 3(69,07^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$0138,14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$69,07 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$69,07 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{1375 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{164}{2}\right)}{13,88 \cdot 10^7} = 83,27 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{251009}{7 \cdot 165 \cdot 2} = 109,32 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 83,27 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 58,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 83,27 = -58,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 109,32 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{58,88^2 + 3(58,88^2 + 109,32^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$222,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$58,4 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$58,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.1.3 - Teilatuko Hegaleko Petralaren Lotura. (3. Lotura)

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Arriostamendua osatzen duen UPN 120 perfila soldaduraren bidez lotuko da zutabea osatuko duen HEB 260 perfilaren arimarekin.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{EdB} = 3,13 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$V_{EdB} = 0 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

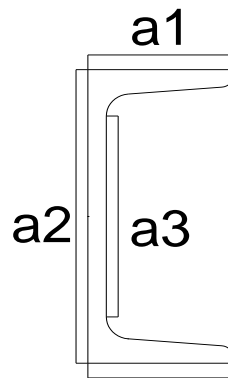
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{1,05}}{\sqrt{3}} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordioien hurrengo konfigurazioa daukagu:



155. Irudia: Soldaduren kordioien kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{lcl}
 e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 6 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB260}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 4 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 6 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{lcl}
 e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 4,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB260}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 4 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55 \text{ mm}$$

$$L_2 = 120 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) =$$

$$I_{\text{sold}} = 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 40,19 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 40,19 = -28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{28,42^2 + 3(28,42^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$56,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$28,42 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$28,42 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 62,63 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 62,63 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{44,28^2 + 3(44,28^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$243,44 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$44,28 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$44,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 48,82 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 48,82 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 48,82 = -34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{34,51^2 + 3(34,51^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$331,23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$34,51 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$34,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.2 – 6. Portikoaren barneko egitura:

Atal honetan 6. Portikoari lotuta egongo den egituraren soldadurren kalkuluak jorratuko dira. 6. Portikoa eta barneko habearen arteko lotura eta barneko egituraren habe zutabe arteko lotura.

5.2.1 - Portikoa eta barneko egituraren habearen arteko lotura: (4. Lotura)

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Habeak osatzen dituzten HEB140 perfilak zutabea osatuko duen HEB 260 perfil batetara soldatuko dira 10mm-tako plaka baten bidez.
 - Lotura zurruna izango da.
- HEB 140 – Plaka lotura

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,5 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 7,42 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 4,5 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{246 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

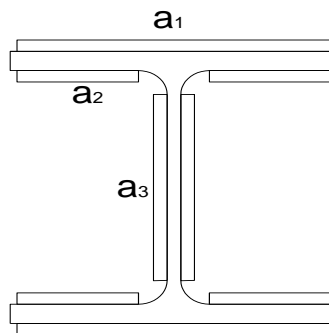
- HEB 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1312 \cdot \frac{275 \cdot 1,05}{\sqrt{3}}}{2} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} > M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 4,5 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordioen hurrengo konfigurazioa daukagu:



156. Irudia: Soldaduren kordioen kokalekua HEB 140 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$e_{HEB140} = 12 \text{ mm}$	$e_1 = 12 \text{ mm}$	→	$a_1 = 4 \text{ mm}$	}	4 mm ≤ a ≤ 7mm
$e_{TXAPA} = 10 \text{ mm}$	$e_2 = 10 \text{ mm}$	→	$a_2 = 7 \text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$e_{HEB140} = 7 \text{ mm}$	$e_1 = 7 \text{ mm}$	→	$a_1 = 4,5 \text{ mm}$	}	4 mm ≤ a ≤ 4,5 mm
$e_{TXAPA} = 10 \text{ mm}$	$e_2 = 10 \text{ mm}$	→	$a_2 = 4 \text{ mm}$		

$a_3 = 4,5$ mm aukeratu da. Balio hau ≥ 3 mm da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 140 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{140 - 2 \cdot 12 - 7}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$L_3 = 140 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 12 = 92 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 7^3 + 140 \cdot 7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) +$$

$$4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 54,5 \cdot 7^3 + 54,5 \cdot 7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4,5 \cdot 92^3 \right) = 1,57 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 140 + 4 \cdot 54,5 \cdot 7 + 2 \cdot 4,5 \cdot 92 = 4311,2 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,5 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{2,5 \cdot 10^4}{4311,2} = 216,47 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 216,47 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 153 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 216,47 = -153 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{153^2 + 3(153^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$306,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$153 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$153 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,5 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{2,5 \cdot 10^4}{4311,2} = 162 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 162 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 114,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 162 = -114,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{114,53^2 + 3(114,53^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$229,06 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$114,53 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$114,53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,5 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{92}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} = 131,84 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{9,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 4,5 \cdot 92} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 131,84 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 93,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 131,84 = -93,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{93,21^2 + 3(93,21^2 + 119,56^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$278,63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$93,21 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$93,21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3. Soldaduraren kordoia egokia.

- HEB 260 - Plaka lotura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,5 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 7,42 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 4,5 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren erdia jasateko egin behar da.

- HEB 260 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdz}}{2} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{603 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 7,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

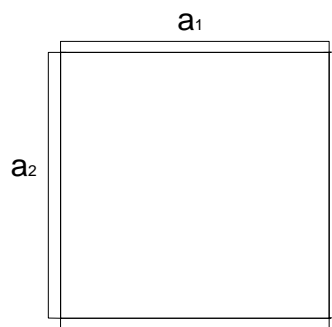
- HEB 260 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdz}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{3715 \cdot \frac{275 \cdot 1,05}{\sqrt{3}}}{2} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 7,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



157. Irudia: Txaparen kordoen kokalekua perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{HEB\ 260} = 17,5 \text{ mm} & e_1 = 17,5 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 5,5 \text{ mm} \\ e_{Plaka} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 240 \text{ mm}$$

$$L_2 = 260 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 240 \cdot 7^3 + 240 \cdot 7 \cdot \left(\frac{260}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 240 \cdot 7^3 \right) = 5,99 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengo da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 240 + 2 \cdot 260 \cdot 7 = 7000 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{7,9 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{260}{2} + \frac{7}{2} \right)}{5,99 \cdot 10^7} + \frac{2,5 \cdot 10^4}{7000} = 179,71 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 179,71 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 127,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 179,71 = -127,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{127,05^2 + 3(127,05^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$254,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$127,05 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$127,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{7,9 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{260}{2}\right)}{5,99 \cdot 10^7} + \frac{2,5 \cdot 10^4}{7000} = 171,45 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,8 \cdot 10^5}{2 \cdot 7 \cdot 260} = 76,9 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 171,45 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 121,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 171,45 = -121,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 76,9 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{121,21^2 + 3(121,21^2 + 76,9^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$276,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$121,21 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$121,211 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

2. soldadurako kordioak egokiak dira.

5.2.2 Barneko egituraren habe-zutabe arteko lotura (5. Lotura)

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Habeak osatzen dituzten HEB 140 perfilak zutabea osatuko duen HEB 140 perfil batetara soldatuko dira.
- Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 2,5 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 6,74 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 2,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}}{2} = \frac{246 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

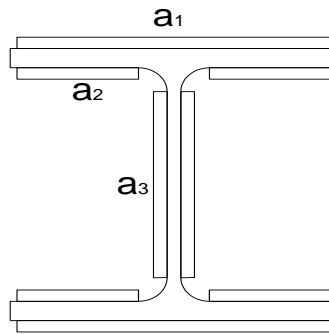
- HEB 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1312 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{\text{EdB}} < M_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{\text{EdB}} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{\text{EdB}} < V_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{\text{EdB}} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordioien hurrengo konfigurazioa daukagu:



158. Irudia: Soldaduren kordoiaren kokalekua HEB 140 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{HEB 140}} = 12 \text{ mm} & e_1 = 12 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB 140}} = 12 \text{ mm} & e_2 = 12 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{HEB140}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 4,5 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB 140}} = 12 \text{ mm} & e_2 = 12 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 4 \text{ mm} \end{array} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 140 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{140 - 2 \cdot 12 - 7}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$L_3 = 140 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 12 = 92 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 7^3 + 140 \cdot 7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 54,5 \cdot 7^3 + 54,5 \cdot 7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4,5 \cdot 92^3 \right) = 1,57 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 140 + 4 \cdot 54,5 \cdot 7 + 2 \cdot 4,5 \cdot 92 = 4311,2 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3,2 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{2,5 \cdot 10^4}{4311,2} = 155,6 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 155,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 110,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 155,6 = -110,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{110,01^2 + 3(110,01^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$220,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$110,01 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$110,01 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3,2 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{2,5 \cdot 10^4}{4311,2} = 116,88 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 116,88 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 82,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 116,88 = -82,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{82,63^2 + 3(82,63^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$165,26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$82,63 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$82,63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3,2 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{92}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} = 93,75 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{9,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 4,5 \cdot 92} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 93,75 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 66,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 93,75 = -66,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{66,28^2 + 3(66,28^2 + 119,56^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$245,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$66,28 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$66,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

5.3 – 1 Portiko hastialeko loturak

Atal honetan 1 portiko hastiala osatzeko beharrezkoak diren elementu guztien loturen kalkuluak azalduko dira.

5.3.1 - Gailurreko lotura: (6. Lotura)

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Jazena osatzen dituzuten IPE 220 perfilak zutabea osatuko duen HEB 220 perfil batetara soldatuko dira.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 1,66 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 7,66 \cdot 10^3 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 1,28 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- IPE 220 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}}{2} = \frac{286 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,745 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

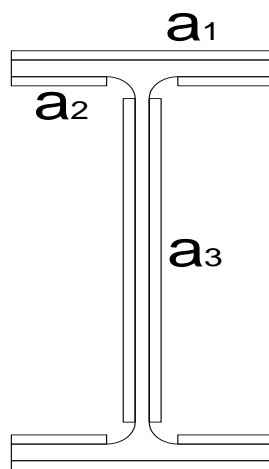
- IPE 220 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1591,08 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 1,20 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 3,745 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



159. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua IPE 220 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE220}} = 9,2 \text{ mm} & e_1 = 9,2 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 6,5 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4 \text{ mm}$$

$a_3 = 4$ mm aukeratu da. Balio hau ≥ 3 mm da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{110 - 2 \cdot 12 - 5,9}{2} = 40,05 \text{ mm}$$

$$L_3 = 220 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 9,2 = 177,6 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 6,5^3 + 110 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 40,05 \cdot 6,5^3 + 40,05 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 177,6^3 \right) = 3,20 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6,5 \cdot 110 + 4 \cdot 6,5 \cdot 40,05 = 2471,3 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 139,25 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 139,25 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 139,25 = -98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzu:

$$\sqrt{98,47^2 + 3(98,47^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$196,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzu:

$$98,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$98,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 120,88 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 120,88 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzu:

$$\sqrt{85,48^2 + 3(85,48^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$170,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$85,48 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$85,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{177,6}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} = 103,92 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{120294,23}{2 \cdot 4 \cdot 177,6} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,92 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,92 = -73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{73,47^2 + 3(73,47^2 + 84,66^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$207,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$73,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$73,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.3.2 – Jazena - muturreko zutabe lotura (7. Lotura) :

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura eta torlojuen bidezko lotura izango da.
 - Jazena osatzen dituzuten IPE 220 perfilak plaka batetara soldatuko dira, eta plaka hauek zutabea osatuko duen HEB 220 perfil batetara soldatuko dira.
 - Lotura zurruna izango da.
- IPE 220-Plaka lotura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 1,663 \cdot 10^4 \text{ KN} \\ V_{\text{EdB}} &= 5,984 \cdot 10^3 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 1,06 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- IPE 220 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{286 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,745 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- IPE 220 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

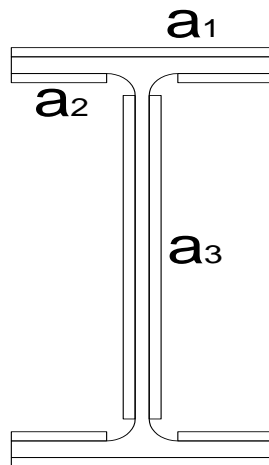
$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1591,08 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 1,20 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 3,745 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura bidezko IPE 220 eta txaparen lotura.

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



160. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua IPE 220 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$e_{\text{IPE220}} = 9,2 \text{ mm}$	$e_1 = 9,2 \text{ mm}$	—————→	$a_1 = 6,5 \text{ mm}$	}	$3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$
$e_{\text{txapa}} = 9,5 \text{ mm}$	$e_2 = 9,5 \text{ mm}$	—————→	$a_2 = 3,5 \text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 6,5$ mm aukeratu da. Balio hau ≥ 3 mm da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{txapa}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4 \text{ mm}$$

$a_3 = 4$ mm aukeratu da. Balio hau ≥ 3 mm da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{110 - 2 \cdot 12 - 5,9}{2} = 40,05 \text{ mm}$$

$$L_3 = 220 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 9,2 = 177,6 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 6,5^3 + 110 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 40,05 \cdot 6,5^3 + 40,05 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 177,6^3 \right) = 3,20 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6,5 \cdot 110 + 4 \cdot 6,5 \cdot 40,05 = 2471,3 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 139,25 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 139,25 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 139,25 = -98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{98,47^2 + 3(98,47^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$196,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$98,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$98,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 120,88 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 120,88 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{85,48^2 + 3(85,48^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$170,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$85,48 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$85,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{177,6}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} = 103,92 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{120294,23}{2 \cdot 4 \cdot 177,6} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,92 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 103,92 = -73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{73,47^2 + 3(73,47^2 + 84,66^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$207,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

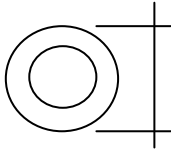
Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$73,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$73,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

- Torlojuen bidezko txapa eta HEB 220 lotura:

<p>M 12 motako torlojuak erabiliko dira:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziriaren diametroa : d = 12 mm - Zuloaren diametroa: d₀ = 13 mm - Azalera erresistentea: A_s = 0,843 cm² 	<p>A 12 eta AR 12 zirindolen datuak</p>  <p>Ø 24 mm</p>
---	---

161. Irudia. Loturan erabiliko diren torlojuen neurriak. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Torlojuen kokapenei buruzko xedapenak (d₀ = 13 mm eta t = 9,5 mm)

- Pasoaren muga-balioak:

Distantzi minimoak:

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 = 28,6 \text{ mm}$$

$$p_2 \geq 3 \cdot d_0 = 39 \text{ mm}$$

Distantzi maximoak:

Kanpoko lerroetan:

$$p_e \leq 14 \cdot t = 133 \text{ mm}$$

$$p_e \leq 200 \text{ mm}$$

Barneko lerroetan:

$$p_i \leq 28 \cdot t = 266 \text{ mm}$$

$$p_i \leq 400 \text{ mm}$$

- Piezen muturrera distantziak

Balio minimoak:

Aurrez-aurreko muturrera:

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 = 15,6 \text{ mm}$$

Alboko muturrera:

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = 19,5 \text{ mm}$$

Balio maximoak:

$$e_1, e_2 \leq 40 \text{ mm} + 4 \cdot t = 78 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 12 \cdot t = 114 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 150 \text{ mm}$$

Bi hegalen artean kokatu daitezkeen torloju kopuru maximoa

$$220 - 9,2 \cdot 2 - 6,5 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 28,6 \cdot (n - 1)$$

$$n = 6,75 \implies n = 6 \text{ torloju}$$

$n=6$ aukeratuz gero, p_1 -en balio berria hurrengoa da.

$$220 - 9,2 \cdot 2 - 6,5 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq p_1 \cdot (6 - 1)$$

$$p_1 = 32,92 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$p_1 = 30 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Hegalen kanpoaldean kokatuko den torloju lerroa era eokian kokatzeko hurrengo kalkuluak behar dira:

$$\frac{300 - 220 - 2 \cdot 6}{2} \geq e_1 + \frac{24}{2}$$

$$e_1 = 22 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$e_1 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek perfilaren oinarriarekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

$$e_2 + \frac{24}{2} \leq \frac{110 - 5,9 - 2 \cdot 4}{2}$$

$$e_2 = 36,05 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$e_2 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek IPE 220 perfilarekin eta honen soldadurekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

Hegalak:

$$300 = e_1 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + p_1 \cdot 5$$

$$300 = 20 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + 30 \cdot 5$$

$$d_1 = 55 \text{ mm}$$

Arima:

$$220 = d_2 + 2 \cdot e_2$$

$$220 = d_2 + 2 \cdot 20$$

$$d_2 = 180 \text{ mm}$$

$d_2 = 120 \text{ mm}$ hartuko da.

Zirrindolak HEB220 perfilaren hegal-arima erradioekin kontaktuan ez daudela ziurtatzen da:

Bete behar da:

$$70 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 18 \cdot 2 + 9,5$$

$$46 \geq 45,5 \implies \text{Betetzen du.}$$

Behin torlojuen kokapena zehaztu ondoren, torloju motak eta hauen erresistentziaren kalkuluak azalduko dira

Torlojuen altzairua 10.9 izango da.

$$f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ub} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

Momentu makurtzaileak eragindako esfortzu normal maximoak grabitate zentrotik urrunen dauden torlojuetan hurrengoa da:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 4 \cdot 15^2 + 4 \cdot (15 + 30)^2 + 4 \cdot (15 + 30 + 30)^2 + 4 \cdot (15 + 30 + 30 + 40)^2$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 84400 \text{ mm}^2$$

Ordezkatuz:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} = \frac{2,88 \cdot 10^7 \cdot (15+60+40)}{84400} = 3,92 \cdot 10^5 \text{ N}$$

- Esfortzu ebakitzaila V_{Ed} -ren eraginez: $F_{V_{Ed}} = \frac{105874}{16} = 6,61 \cdot 10^3 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala N_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{N_{Ed}} = \frac{16630}{16} = 1,039 \cdot 10^3 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala M_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{16630}{16} = 3,92 \cdot 10^5 \text{ N}$

Labainketa aurreko frogapena:

CTE-ren arabera hurrengoa k bete behar dira:

a) Bete behar da:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Cd}$$

Non:

$$F_{t,Ed} = F_{t,Ed}^{N_{Ed}} + F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = 1039,37 + 39254,68 = 4,03 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$F_{p,Cd} = \frac{0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{1,1} = \frac{0,7 \cdot 1000 \cdot 84,3}{1,1} = 5,364 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$4,03 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 5,364 \cdot 10^4 \text{ N} \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

b) Bete behar da:

$$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,Cd} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{1,1}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot (5364 - 0,8 \cdot 1039,37)}{1,25}$$

$$F_{s,Rd} = 8,45 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$6,615 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 8,45 \cdot 10^3 \text{ N} \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

Piezen zapalketa aurreko frogapena:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,733 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 9,5}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 6,85 \cdot 10^4$$

$$6,615 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 6,85 \cdot 10^4 \text{ N} \Rightarrow \text{Betetzen du.}$$

5.3.3 - Muturreko HEB 220 eta UPN 120 teiltu hegalelo petralaren arteko lotura. (8. Lotura)

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Arriostamendua osatzen duen UPN 120 perfila soldaduraren bidez lotuko da zutabea osatuko duen HEB 220 perfilarekin.
- Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{EdB} = 3,13 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$V_{EdB} = 0 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

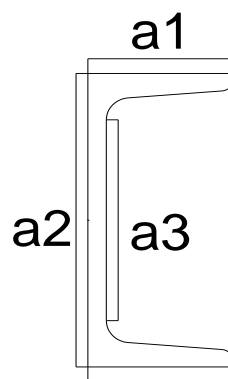
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



162. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55 \text{ mm}$$

$$L_2 = 120 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{sold}} &: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) = \\
 I_{\text{sold}} &= 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 40,19 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 = -28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{28,42^2 + 3(28,42^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$56,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$28,42 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$28,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 62,63 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 62,63 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 120,88 = -44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{44,28^2 + 3(44,28^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$243,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$44,28 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$44,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 48,82 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 48,82 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 48,82 = -34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{34,51^2 + 3(34,51^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$331,23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$34,51 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$34,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.3.4 – 2. portikoko HEB 260 zutabea eta UPN 120 teilatuko hegalelo petralaren arteko lotura. (9. Lotura)

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Arriostamendua osatzen duen UPN 120 perfila soldaduraren bidez lotuko da zutabea osatuko duen HEB 260 perfilarekin.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 3,13 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

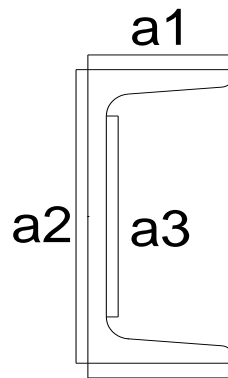
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{1,05}}{\sqrt{3}} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



163. Irudia: Soldaduren kordioien kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$e_{UPN120} = 9\text{ mm}$	$e_1 = 9\text{ mm}$	→	$a_1 = 6\text{ mm}$	}	$4\text{ mm} \leq a \leq 6\text{ mm}$
$e_{HEB260} = 10\text{ mm}$	$e_2 = 10\text{ mm}$	→	$a_2 = 4\text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 6\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$e_{UPN120} = 7\text{ mm}$	$e_1 = 7\text{ mm}$	→	$a_1 = 4,5\text{ mm}$	}	$4\text{ mm} \leq a \leq 4,5\text{ mm}$
$e_{HEB260} = 10\text{ mm}$	$e_2 = 10\text{ mm}$	→	$a_2 = 4\text{ mm}$		

$a_3 = 4,5\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$L_1 = 55\text{ mm}$

$L_2 = 120\text{ mm}$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoiaren abatimendu planoaren inertiaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) =$$

$$I_{\text{sold}} = 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 40,19 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 40,19 = -28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkaturaz:

$$\sqrt{28,42^2 + 3(28,42^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$56,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$28,42 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$28,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 62,63 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 62,63 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 120,88 = -44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{44,28^2 + 3(44,28^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$243,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$44,28 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$44,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 48,82 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 48,82 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 48,82 = -34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{34,51^2 + 3(34,51^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$331,23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$34,51 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$34,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.3.5 - Zutabeetako “San Andres” gurutzea (10. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Arriostramendua osatzen duen IPE 80 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira altzairuzko plaka batetara, eta plaka hau soldaduraren bidez zutabea osatuko duen HEB 220 eta HEB 260 periletara lotuko da.
 - Lotura artikulatua izango da.

- IPE 80 - Plaka lotura.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 37690 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$3,7 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 3,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE80}} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9 \text{ mm} & e_2 = 9 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \longrightarrow a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \longrightarrow a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzaila:

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5 \cdot L_1 \text{ mm}^2}$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot L_1} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 43 \text{ mm}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

- Plaka – HEB 220 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 403 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 2,97 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 1,44 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{HEB 220}} = 9,5 \text{ mm} & e_1 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6,5 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L = 270 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40\text{mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 6,5 \cdot 270^3 = 2,13 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{1,44 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{270}{2}\right)}{2,13 \cdot 10^7} = 9,126 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,97 \cdot 10^4}{2 \cdot 6,5 \cdot 270} = 8,46 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 9,126 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 6,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 9,126 = -6,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 8,46 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{6,45^2 + 3(6,45^2 + 8,46^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$19,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$6,45 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$6,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordoiak egokiak dira.

- Plaka - HEB 260 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 403 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 2,97 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 1,44 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{llll} e_{\text{HEB 260}} = 10 \text{ mm} & e_1 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 7 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L = 270 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 7 \cdot 270^3 = 2,3 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$n_{\perp} = \frac{1,44 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{270}{2}\right)}{2,3 \cdot 10^7} = 8,45 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,97 \cdot 10^4}{27 \cdot 270} = 7,85 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8,45 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 5,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 8,45 = -5,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 15,71 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{8,45^2 + 3(8,45^2 + 7,85^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$22,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$8,45 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$8,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordioak egokiak dira.

- Petralen erdiko plakaren soldadura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 37690 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 0 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$3,7 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \implies \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 3,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$e_{\text{IPE80}} = 5,2 \text{ mm}$	$e_1 = 5,2 \text{ mm}$	→	$a_1 = 3,5 \text{ mm}$	}	3,5 mm
$e_{\text{TXAPA}} = 9 \text{ mm}$	$e_2 = 9 \text{ mm}$	→	$a_2 = 3,5 \text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzaila:

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{N}{\text{mm}^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5 \cdot L_1 \text{ mm}^2}$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot L_1} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 43 \text{ mm}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \implies \text{Betetzen du}$$

5.3.6 - Erdiko zutabearen HEB 220 perfila eta UPN 120 arriostamendu perfilaren lotura (11. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko eta torloju bidezko lotura izango da.

- Arriostramendua osatzen duen UPN 120 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira altzariruzko plaka batetara, eta plaka hau torlojuen bidez zutabea osatuko duen HEB 220 perfilera lotuko da.
- Lotura zurruna izango da.

- UPN 120- Plaka lotura

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 403 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

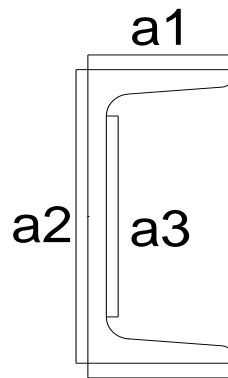
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:


165. Irudia: Soldaduren kordoiaren kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\
 e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55 \text{ mm}$$

$$L_2 = 120 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) =$$

$$I_{\text{sold}} = 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 23,79 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 23,79 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 23,79 = -16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{16,82^2 + 3(16,82^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$33,64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$16,82 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$16,82 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 46,23 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 46,23 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 46,23 = -32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{32,68^2 + 3(32,68^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$235,99 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$32,68 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$32,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 34,42 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 34,42 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 34,42 = -22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{22,92^2 + 3(22,92^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$327,18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$22,92 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$22,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

- Plaka eta HEB 220 lotura:

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da, kasu honetan balio honen bikoitza hartuko da, pieza bi direlako.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

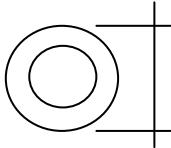
$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} \cdot 2 = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} \cdot 2 = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} \cdot 2 = 1,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} \cdot 2 = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} \cdot 2 = \frac{935 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} \cdot 2 = 1,41 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 1,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 1,41 \cdot 10^5 \text{ N}$

<p>M 12 motako torlojuak erabiliko dira:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziriaren diametroa : $d = 12 \text{ mm}$ - Zuloaren diametroa: $d_0 = 13 \text{ mm}$ - Azalera erresistentea: $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$ 	<p>A 12 eta AR 12 zirrindolen datuak</p>  <p>Ø 24 mm</p>
--	--

166. Irudia: Loturan erabiliko diren torlojuen neurriak. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Torlojuen kokapenei buruzko xedapenak ($d_0 = 13 \text{ mm}$ eta $t = 9,5 \text{ mm}$)

- Pasoaren muga-balioak:

Distantzi minimoak:

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 = 28,6 \text{ mm}$$

$$p_2 \geq 3 \cdot d_0 = 39 \text{ mm}$$

Distantzi maximoak:

Kanpoko lerroetan:

$$p_e \leq 14 \cdot t = 133 \text{ mm}$$

$$p_e \leq 200 \text{ mm}$$

Barneko lerroetan:

$$p_i \leq 28 \cdot t = 266 \text{ mm}$$

$$p_i \leq 400 \text{ mm}$$

- Piezen muturrera distantziak

Balio minimoak:

Aurrez-aurreko muturrera:

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 = 15,6 \text{ mm}$$

Alboko muturrera:

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = 19,5 \text{ mm}$$

Balio maximoak:

$$e_1, e_2 \leq 40 \text{ mm} + 4 \cdot t = 78 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 12 \cdot t = 114 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 150 \text{ mm}$$

Bi hegalen artean kokatu daitezkeen torloju kopuru maximoa

$$120 - 9 \cdot 2 - 6 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 28,6 \cdot (n - 1)$$

$$n=3,3 \quad n=3 \text{ torloju}$$

n=6 aukeratuz gero, p_1 -en balio berria hurrengoa da.

$$120 - 9 \cdot 2 - 6 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq p_1 \cdot (3 - 1)$$

$$p_1 = 33 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$p_1 = 30 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Hegalen kanpoaldean kokatuko den torloju lerroa era egokian kokatzeko hurrengo kalkuluak behar dira:

$$\frac{200 - 120 - 2 \cdot 6}{2} \geq e_1 + \frac{24}{2}$$

$$e_1 = 22 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$e_1 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek perfilaren oinarriarekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

$$e_2 + \frac{24}{2} \leq \frac{220 - 73 - 2 \cdot 6}{2}$$

$$e_2 = 55,5 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$e_2 = 50 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek UPN 120 perfilarekin eta honen soldadurekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

Hegalak:

$$200 = e_1 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + p_1 \cdot 3$$

$$200 = 20 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + 30 \cdot 3$$

$$d_1 = 35 \text{ mm}$$

Arima:

$$220 = d_2 + 2 \cdot e_2$$

$$220 = d_2 + 2 \cdot 50$$

$$d_2 = 120 \text{ mm}$$

Zirrindolak HEB 220 perfilaren hegal-arima erradioekin kontaktuan ez daudela ziurtatzen da:

Bete behar da:

$$120 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 18 \cdot 2 + 9,5$$

$$96 \geq 45,5 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Behin torlojuen kokapena zehaztu ondoren, torloju motak eta hauen erresistentziaren kalkuluak azalduko dira

Torlojuen altzairua 10.9 izango da.

$$f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ub} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

Momentu makurtzaileak eragindako esfortzu normal maximoak grabitate zentrotik urrunen dauden torlojuetan hurrengoa da:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 2 \cdot 0^2 + 4 \cdot (30)^2 + 4 \cdot (30 + 35)^2$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 52900 \text{ mm}^2$$

Ordezkatuz:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} = \frac{1,9 \cdot 10^7 \cdot (30+35)}{52900} = 2,33 \cdot 10^4 \text{ N}$$

- Esfortzu ebakitzaila V_{Ed} -ren eraginez: $F_{V,Ed} = \frac{141400}{10} = 1,41 \cdot 10^4 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala N_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{N_{Ed}} = \frac{403}{10} = 40,3 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala M_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = 2,33 \cdot 10^4 \text{ N}$

Labainketa aurreko frogapena:

CTE-ren arabera hurrengoa k bete behar dira:

a) Bete behar da:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Cd}$$

Non:

$$F_{t,Ed} = F_{t,Ed}^{NEd} + F_{t,Ed}^{MEd} = 40,3 + 2,33 \cdot 10^4 = 2,33 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$F_{p,Cd} = \frac{0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{1,1} = \frac{0,7 \cdot 1000 \cdot 84,3}{1,1} = 5,364 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$2,33 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 5,364 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

b) Bete behar da:

$$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,Cd} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{1,1}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot (53645 - 0,8 \cdot 40,3)}{1,1}$$

$$F_{s,Rd} = 9,74 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$9,74 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 8,45 \cdot 10^3 \text{ N} \Leftrightarrow \text{Betetzen du.}$$

Piezen zapalketa aurreko frogapena:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,733 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 9,5}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 6,85 \cdot 10^4$$

$$1,41 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,85 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

5.3.7 -2. Portikoko Jazena osatzen duten HEB 240 perfilen eta UPN 120 arriostamendu habeen lotura (12. Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Arriostamendua osatzen duten UPN 120 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira HEB 240 periletara.
- Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 403 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

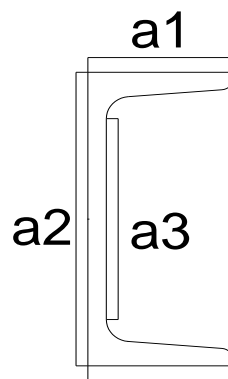
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



166. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tarreak hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm}
 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 6 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm}
 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55 \text{ mm}$$

$$L_2 = 120 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{sold}} &: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) = \\
 I_{\text{sold}} &= 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 23,79 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 23,79 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 23,79 = -16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{16,82^2 + 3(16,82^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$33,64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$16,82 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$16,82 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 46,23 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 46,23 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 46,23 = -32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{32,68^2 + 3(32,68^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$235,99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$32,68 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$32,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 34,42 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 34,42 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 34,42 = -22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{22,92^2 + 3(22,92^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$327,18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$22,92 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$22,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.3.8 Jazenetako “San Andres” gurutzeta (13. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Arriostamendua osatzen duen IPE 80 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira altzariruzko plaka batetara, eta plaka hau soldaduraren bidez zutabea osatuko duen IPE 220 eta HEB 240 perfiletara lotuko da.
 - Lotura artikulatua izango da.

- IPE80 - Plaka lotura.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 28690 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren herena, hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$3,7 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \implies \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 3,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\begin{array}{llll} e_{IPE80} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ e_{TXAPA} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} a_1 \\ a_2 \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{2,86 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzaila:

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{2,86 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5(\cdot L_1) \text{ mm}^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5(\cdot L_1) \text{ mm}^2}$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3\left(0^2 + \left(\frac{2,86 \cdot 10^4}{3,5(\cdot L_1)}\right)^2\right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 21,17 \text{ mm}$$

$L_1 = 22$ aukeratuko da.

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzu:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \implies \text{Betetzen du}$$

- Plaka - HEB 240 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 1,7 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 2,27 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 2,52 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{llll} e_{\text{HEB 240}} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 4\text{mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 6,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L = 192 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40\text{mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 6,5 \cdot 192^3 = 8,25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$n_{\perp} = \frac{2,52 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{192}{2}\right)}{8,25 \cdot 10^6} = 29,32 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,27 \cdot 10^4}{2 \cdot 6,5 \cdot 192} = 8,45 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 29,32 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 20,73 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 9,126 = -20,73 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 8,45 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{20,73^2 + 3(20,73^2 + 8,45^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$43,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$20,73 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$20,73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordioak egokiak dira.

- Plaka - IPE 220 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 1,7 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 2,27 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 2,61 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{llll} e_{\text{IPE 220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{IPE 220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 4 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L=270 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40\text{mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 4 \cdot 270^3 = 1,3 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{2,61 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{270}{2}\right)}{1,3 \cdot 10^7} = 2,7 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,27 \cdot 10^4}{2 \cdot 4 \cdot 270} = 10,51 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2,7 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 1,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 2,7 = -1,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 10,51 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{1,91^2 + 3(1,51^2 + 10,51^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$18,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$18,6 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$18,6 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordioak egokiak dira.

- Erdiko Plakaren soldadura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 28690 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$2,8 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\begin{array}{llll} e_{\text{IPE80}} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9 \text{ mm} & e_2 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{pLRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzailea:

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{pLRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{N}{mm^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{N}{mm^2}$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 10,36 \text{ mm}$$

Minimoa 40 denez $L_1 = 40 \text{ mm}$ izango da

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \implies \text{Betetzen du}$$

5.4 - 7 . portiko hastialeko loturak:

Atal honetan 7 portiko hastiala osatzeko beharrezkoak diren elementu guztien loturen kalkuluak azalduko dira.

5.4.1 - Kanpoko egiturako loturak:

Atal honetan 7 portikoaren kanpoko egiturako loturen kalkuluak jorratuko dira.

5.4.1.1 Gailurreko lotura (14. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Jazena osatzen dituzuten IPE 220 perfilak zutabea osatuko duen HEB 220 perfil batetara soldatuko dira.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 1,66 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 7,66 \cdot 10^3 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 1,28 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- IPE220 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{286 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,745 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

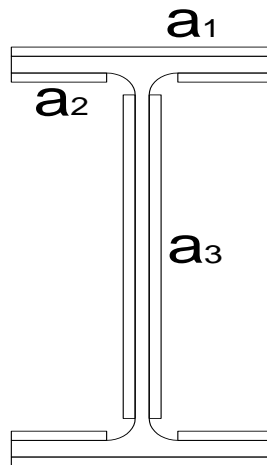
- IPE 220 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1591,08 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 1,20 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 3,745 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura kordioen hurrengo konfigurazioa daukagu:



167. Irudia: Soldaduren kordioen kokalekua IPE 220 profilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{IPE220}} = 9,2 \text{ mm} & e_1 = 9,2 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{IPE220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4 \text{ mm}$$

$a_3 = 4 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{110 - 2 \cdot 12 - 5,9}{2} = 40,05 \text{ mm}$$

$$L_3 = 220 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 9,2 = 177,6 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoiaren abatimendu planoaren inertzia momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{sold}}: & 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 6,5^3 + 110 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 40,05 \cdot 6,5^3 + 40,05 \cdot 6,5 \cdot \right. \\
 & \left. \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 177,6^3 \right) = 3,20 \cdot 10^7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6,5 \cdot 110 + 4 \cdot 6,5 \cdot 40,05 = 2471,3 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 139,25 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 139,25 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 139,25 = -98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{98,47^2 + 3(98,47^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$196,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$98,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$98,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 120,88 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 120,88 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{85,48^2 + 3(85,48^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$170,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$85,48 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$85,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{177,6}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} = 103,92 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{120294,23}{2 \cdot 177,6} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,92 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 103,92 = -73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{73,47^2 + 3(73,47^2 + 84,66^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$207,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$73,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$73,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.4.1.2 Jazena- muturreko zutabe lotura (15. Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura eta torlojuen bidezko lotura izango da.
- Jazena osatzen dituzuten IPE 220 perfilak plaka batetara soldatuko dira, eta plaka hauek zutabea osatuko duen HEB 240 perfil batetara soldatuko dira.
- Lotura zurruna izango da.

- IPE 220-Plaka lotura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 1,663 \cdot 10^4 \text{ KN} \\ V_{EdB} &= 5,984 \cdot 10^3 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 1,06 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- IPE 220 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{286 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,745 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- IPE 220 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

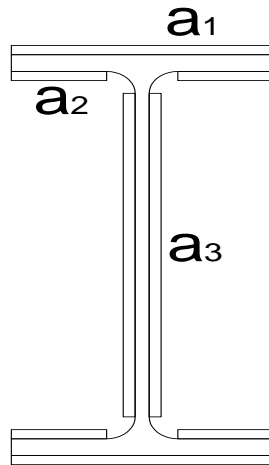
$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1591,08 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 1,20 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 3,745 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,51 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura bidezko IPE 220 eta txaparen lotura.

Soldadura kordoiaren hurrengo konfigurazioa daukagu:



168. Irudia: Soldaduren kordioen kokalekua IPE 220 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{IPE220}} = 9,2 \text{ mm} & e_1 = 9,2 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{IPE220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4 \text{ mm} \\
 e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4 \text{ mm}$$

$a_3 = 4 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{110 - 2 \cdot 12 - 5,9}{2} = 40,05 \text{ mm}$$

$$L_3 = 220 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 9,2 = 177,6 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 6,5^3 + 110 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 40,05 \cdot 6,5^3 + 40,05 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 177,6^3 \right) = 3,20 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6,5 \cdot 110 + 4 \cdot 6,5 \cdot 40,05 = 2471,3 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{220}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 139,25 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 139,25 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 139,25 = -98,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{98,47^2 + 3(98,47^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$196,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$98,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$98,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{201,6}{2} - \frac{6,5}{2} \right)}{3,20 \cdot 10^7} + \frac{16610}{2471,3} = 120,88 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 120,88 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -85,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{85,48^2 + 3(85,48^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$170,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$85,48 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$85,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordoiak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{3745 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{177,6}{2}\right)}{3,20 \cdot 10^7} = 103,92 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{120294,23}{2 \cdot 4 \cdot 177,6} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,92 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 103,92 = -73,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 84,66 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{73,47^2 + 3(73,47^2 + 84,66^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$207,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

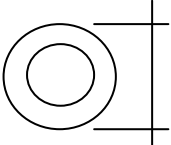
Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$73,47 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$73,47 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

- Torlojuen bidezko txapa eta HEB 240 lotura:

<p>M 12 motako torlojuak erabiliko dira:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziriaren diametroa : $d = 12 \text{ mm}$ - Zuloaren diametroa: $d_0 = 13 \text{ mm}$ - Azalera erresistentea: $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$ 	<p>A 12 eta AR 12 zirrindolen datuak</p>  <p>Ø 24 mm</p>
--	--

169. Irudia. Loturan erabiliko diren torlojuen neurriak. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Torlojuen kokapenei buruzko xedapenak ($d_0 = 13 \text{ mm}$ eta $t = 9,5 \text{ mm}$)

- Pasoaren muga-balioak:

-

Distantzi minimoak:

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 = 28,6 \text{ mm}$$

$$p_2 \geq 3 \cdot d_0 = 39 \text{ mm}$$

Distantzi maximoak:

Kanpoko lerroetan:

$$p_e \leq 14 \cdot t = 133 \text{ mm}$$

$$p_e \leq 200 \text{ mm}$$

Barneko lerroetan:

$$p_i \leq 28 \cdot t = 266 \text{ mm}$$

$$p_i \leq 400 \text{ mm}$$

- Piezen muturrera distantziak

Balio minimoak:

Aurrez-aurreko muturrera:

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 = 15,6 \text{ mm}$$

Alboko muturrera:

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = 19,5 \text{ mm}$$

Balio maximoak:

$$e_1, e_2 \leq 40 \text{ mm} + 4 \cdot t = 78 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 12 \cdot t = 114 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 150 \text{ mm}$$

Bi hegalen artean kokatu daitezkeen torloju kopuru maximoa

$$220 - 9,2 \cdot 2 - 6,5 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 28,6 \cdot (n - 1)$$

$$n = 6,75 \implies n = 6 \text{ torloju}$$

$n=6$ aukeratuz gero, p_1 -en balio berria hurrengoa da.

$$220 - 9,2 \cdot 2 - 6,5 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq p_1 \cdot (6 - 1)$$

$$p_1 = 32,92 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$p_1 = 30 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Hegalen kanpoaldean kokatuko den torloju lerroa era eokian kokatzeko hurrengo kalkuluak behar dira:

$$\frac{300 - 220 - 2 \cdot 6}{2} \geq e_1 + \frac{24}{2}$$

$$e_1 = 22 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$e_1 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek perfilaren oinarriarekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

$$e_2 + \frac{24}{2} \leq \frac{110 - 5,9 - 2 \cdot 4}{2}$$

$$e_2 = 36,05 \text{ mm} \implies \text{Betetzen du}$$

$e_2 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek IPE 220 perfilarekin eta honen soldadurekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

Hegalak:

$$300 = e_1 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + p_1 \cdot 5$$

$$300 = 20 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + 30 \cdot 5$$

$$d_1 = 55 \text{ mm}$$

Arima:

$$110 = d_2 + 2 \cdot e_2$$

$$110 = d_2 + 2 \cdot 20$$

$$d_2 = 70 \text{ mm}$$

Zirindolak HEB 240 perfilaren hegal-arima erradioekin kontaktuan ez daudela ziurtatzen da:

Bete behar da:

$$70 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 18 \cdot 2 + 9,5$$

$$46 \geq 45,5 \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Behin torlojuen kokapena zehaztu ondoren, torloju motak eta hauen erresistentziaren kalkuluak azalduko dira

Torlojuen altzairua 10.9 izango da.

$$f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ub} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

Momentu makurtzaileak eragindako esfortzu normal maximoak grabitate zentrotik urrunen dauden torlojuetan hurrengoa da:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 4 \cdot 15^2 + 4 \cdot (15 + 30)^2 + 4 \cdot (15 + 30 + 30)^2 + 4 \cdot (15 + 30 + 30 + 40)^2$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 84400 \text{ mm}^2$$

Ordezkatuz:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} = \frac{2,88 \cdot 10^7 \cdot (15+60+40)}{84400} = 3,92 \cdot 10^5 \text{ N}$$

- Esfortzu ebakitzaila V_{Ed} -ren eraginez: $F_{V_{Ed}} = \frac{105874}{16} = 6,61 \cdot 10^3 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala N_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{N_{Ed}} = \frac{16630}{16} = 1,039 \cdot 10^3 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala M_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{16630}{16} = 3,92 \cdot 10^5 \text{ N}$

Labainketa aurreko frogapena:

CTE-ren arabera hurrengoak bete behar dira:

c) Bete behar da:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Cd}$$

Non:

$$F_{t,Ed} = F_{t,Ed}^{N_{Ed}} + F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = 1039,37 + 39254,68 = 4,03 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$F_{p,Cd} = \frac{0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{1,1} = \frac{0,7 \cdot 1000 \cdot 84,3}{1,1} = 5,364 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$4,03 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 5,364 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

d) Bete behar da:

$$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,Cd} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{1,1}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot (5364 - 0,8 \cdot 1039,37)}{1,25}$$

$$F_{s,Rd} = 8,45 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$6,615 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 8,45 \cdot 10^3 \text{ N} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Piezen zapalketa aurreko frogapena:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,733 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 9,5}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 6,85 \cdot 10^4$$

$$6,615 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 6,85 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

5.4.1.3 - Muturreko zutabea osatzen duen HEB 240 perfila eta UPN 120 teilatu hegalelo petralaren arteko lotura (16. Lotura):

Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Arriostamendua osatzen duen UPN 120 perfila soldaduraren bidez lotuko da zutabea osatuko duen HEB 240 perfilarekin.
- Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 3,13 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

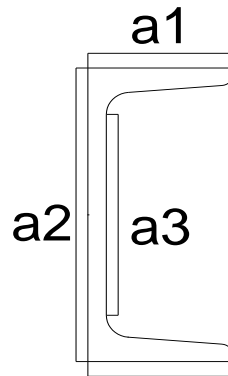
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{1,05}}{\sqrt{3}} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



170. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$e_{UPN120} = 9\text{ mm}$	$e_1 = 9\text{ mm}$	→	$a_1 = 6\text{ mm}$	}	$4\text{ mm} \leq a \leq 6\text{ mm}$
$e_{HEB240} = 10\text{ mm}$	$e_2 = 10\text{ mm}$	→	$a_2 = 4\text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 6\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$e_{UPN120} = 7\text{ mm}$	$e_1 = 7\text{ mm}$	→	$a_1 = 4,5\text{ mm}$	}	$4\text{ mm} \leq a \leq 4,5\text{ mm}$
$e_{HEB240} = 10\text{ mm}$	$e_2 = 10\text{ mm}$	→	$a_2 = 4\text{ mm}$		

$a_3 = 4,5\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55\text{ mm}$$

$$L_2 = 120\text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84\text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right)$$

$$I_{\text{sold}} = 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 40,19 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 = -28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{28,42^2 + 3(28,42^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$56,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$28,42 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$28,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 62,63 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 62,63 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{44,28^2 + 3(44,28^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$243,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$44,28 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$44,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 48,82 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 48,82 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 48,82 = -34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{34,51^2 + 3(34,51^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$331,23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$34,51 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$34,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.4.1.4 – 6.portikoko zutabea osatzen dituzten HEB 260 perfila eta UPN 120 arriostramendu habearen lotura (17. Lotura) :

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Arriostramendua osatzen duen UPN 120 perfila soldaduraren bidez lotuko da zutabea osatuko duen HEB 220 perfilarekin.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 3,13 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

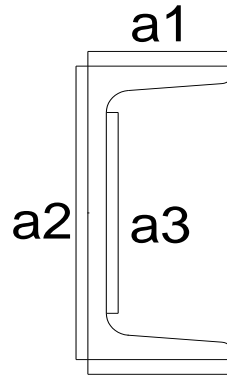
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{1,05 \cdot \sqrt{3}}}{2} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengo erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengo erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



171. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$e_{UPN120} = 9 \text{ mm}$	$e_1 = 9 \text{ mm}$	→	$a_1 = 6 \text{ mm}$	}	$4 \text{ mm} \leq a \leq 6 \text{ mm}$
$e_{HEB260} = 10 \text{ mm}$	$e_2 = 10 \text{ mm}$	→	$a_2 = 4 \text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$e_{UPN120} = 7 \text{ mm}$	$e_1 = 7 \text{ mm}$	→	$a_1 = 4,5 \text{ mm}$	}	$4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$
$e_{HEB260} = 10 \text{ mm}$	$e_2 = 10 \text{ mm}$	→	$a_2 = 4 \text{ mm}$		

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55 \text{ mm}$$

$$L_2 = 120 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) =$$

$$I_{\text{sold}} = 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 40,19 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40,19 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 40,19 = -28,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{28,42^2 + 3(28,42^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$56,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$28,42 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$28,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 62,63 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 62,63 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 120,88 = -44,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{44,28^2 + 3(44,28^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$243,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$44,28 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$44,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{31300}{1884} = 48,82 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 48,82 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 48,82 = -34,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{34,51^2 + 3(34,51^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$331,23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$34,51 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$34,51 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Longrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.4.1.5 - Zutabeetako “San Andres” gurutzea (18. Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Arriostamendua osatzen duen IPE 80 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira altzariruzko plaka batetara, eta plaka hau soldaduraren bidez zutabea osatuko duen HEB 240 eta HEB 260 perfiletara lotuko da.
- Lotura artikulatua izango da.

• IPE80 - Plaka lotura.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 37690 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$3,7 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Longrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 3,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE80}} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzailea:

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot L_1} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot L_1} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 43 \text{ mm}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

- Plaka-HEB 240 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 403 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 2,97 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 1,44 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{llll} e_{\text{HEB 240}} = 10 \text{ mm} & e_1 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 7 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L=270 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40\text{mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 6,5 \cdot 270^3 = 2,3 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{1,44 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{270}{2}\right)}{2,3 \cdot 10^7} = 8,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = \frac{2,97 \cdot 10^4}{2 \cdot 6,5 \cdot 270} = 7,85 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8,45 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 5,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8,45 = -5,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = \tau_{//} = 7,85 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{5,97^2 + 3(5,97^2 + 7,85^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$17,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$5,97 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$5,97 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordioak egokiak dira.

- Plaka - HEB 260 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 403 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 2,97 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 1,44 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{llll} e_{\text{HEB 260}} = 10 \text{ mm} & e_1 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 6,5 \text{ mm} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L = 270 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 6,5 \cdot 270^3 = 2,3 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$n_{\perp} = \frac{1,44 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{270}{2}\right)}{2,3 \cdot 10^7} = 8,45 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,97 \cdot 10^4}{2 \cdot 6,5 \cdot 270} = 7,85 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8,45 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 5,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 8,45 = -5,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 15,71 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{8,45^2 + 3(8,45^2 + 7,85^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$22,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$8,45 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$8,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordoiak egokiak dira.

- Erdiko Plakaren soldadura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{\text{EdB}} = 37690 \text{ N}$$

$$V_{\text{EdB}} = 0 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$3,7 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \implies \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 3,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE80}} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzailea:

$$t_{//} = t_1 = t_2 = \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5 \cdot L_1} \text{ mm}^2$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5 \cdot L_1} \text{ mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtaasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot L_1} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 43 \text{ mm}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

5.4.1.6 Erdiko zutabea osatzen duen HEB 220 perfila eta UPN 120 arriostramendu perfilaren lotura (19. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko eta torloju bidezko lotura izango da.
 - Arriostramendua osatzen duen UPN 120 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira altzariruzko plaka batetara, eta plaka hau torlojuen bidez zutabea osatuko duen HEB 220 perfilera lotuko da.
 - Lotura zurruna izango da.
- UPN 120- Plaka lotura

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 403 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

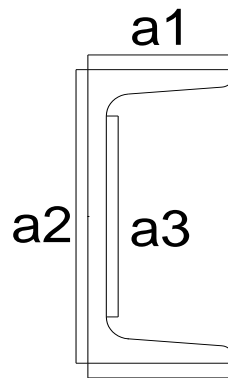
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{1,05 \cdot \sqrt{3}}}{2} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordioen hurrengo konfigurazioa daukagu:



172. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

HEGALA

$e_{UPN120} = 9\text{ mm}$	$e_1 = 9\text{ mm}$	→	$a_1 = 6\text{ mm}$	}	$3,5\text{ mm} \leq a \leq 6\text{ mm}$
$e_{TXAPA} = 9,5\text{ mm}$	$e_2 = 9,5\text{ mm}$	→	$a_2 = 3,5\text{ mm}$		

$a_1 = a_2 = 6\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$e_{UPN120} = 7\text{ mm}$	$e_1 = 7\text{ mm}$	→	$a_1 = 4,5\text{ mm}$	}	$4\text{ mm} \leq a \leq 4,5\text{ mm}$
$e_{TXAPA} = 9,5\text{ mm}$	$e_2 = 9,5\text{ mm}$	→	$a_2 = 3,5\text{ mm}$		

$a_3 = 4,5\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$L_1 = 55\text{ mm}$

$L_2 = 120\text{ mm}$

$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84\text{ mm}$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a = 45$ mm betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right)$$

$$I_{\text{sold}}: = 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 23,79 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 23,79 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 23,79 = -16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{16,82^2 + 3(16,82^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$33,64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \iff \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$16,82 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$16,82 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 46,23 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 46,23 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 46,23 = -32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{32,68^2 + 3(32,68^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$235,99 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$32,68 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$32,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 34,42 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 34,42 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 34,42 = -22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{22,92^2 + 3(22,92^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$327,18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$22,92 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$22,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

- Torlojuen bidezko txapa eta HEB 220 lotura:

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da, kasu honetan balio honen bikoitza hartuko da, pieza bi direlako.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

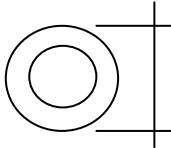
$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} \cdot 2 = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} \cdot 2 = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} \cdot 2 = 1,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} \cdot 2 = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} \cdot 2 = \frac{935 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} \cdot 2 = 1,41 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 1,9 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 1,41 \cdot 10^5 \text{ N}$

<p>M 12 motako torlojuak erabiliko dira:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziriaren diametroa : $d = 12 \text{ mm}$ - Zuloaren diametroa: $d_0 = 13 \text{ mm}$ - Azalera erresistentea: $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$ 	<p>A 12 eta AR 12 zirrindolen datuak</p>  <p>Ø 24 mm</p>
--	--

173. Irudia: Loturan erabiliko diren torlojuen neurriak. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Torlojuen kokapenei buruzko xedapenak ($d_0 = 13 \text{ mm}$ eta $t = 9,5 \text{ mm}$)

- Pasoaren muga-balioak:

Distantzi minimoak:

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 = 28,6 \text{ mm}$$

$$p_2 \geq 3 \cdot d_0 = 39 \text{ mm}$$

Distantzi maximoak:

Kanpoko lerroetan:

$$p_e \leq 14 \cdot t = 133 \text{ mm}$$

$$p_e \leq 200 \text{ mm}$$

Barneko lerroetan:

$$p_i \leq 28 \cdot t = 266 \text{ mm}$$

$$p_i \leq 400 \text{ mm}$$

- Piezen muturrera distantziak

Balio minimoak:

Aurrez-aurreko muturrera:

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 = 15,6 \text{ mm}$$

Alboko muturrera:

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = 19,5 \text{ mm}$$

Balio maximoak:

$$e_1, e_2 \leq 40 \text{ mm} + 4 \cdot t = 78 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 12 \cdot t = 114 \text{ mm}$$

$$e_1, e_2 \leq 150 \text{ mm}$$

Bi hegalen artean kokatu daitezkeen torloju kopuru maximoa

$$120 - 9 \cdot 2 - 6 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 28,6 \cdot (n - 1)$$

$$n = 3,3 \implies n = 3 \text{ torloju}$$

$n=6$ aukeratuz gero, p_1 -en balio berria hurrengoa da.

$$120 - 9 \cdot 2 - 6 \cdot 2 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq p_1 \cdot (3 - 1)$$

$$p_1 = 33 \text{ mm} \quad \Longrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

$p_1 = 30 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Hegalen kanpoaldean kokatuko den torloju lerroa era egokian kokatzeko hurrengo kalkuluak behar dira:

$$\frac{200 - 120 - 2 \cdot 6}{2} \geq e_1 + \frac{24}{2}$$

$$e_1 = 22 \text{ mm} \quad \Longrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

$e_1 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek perfilaren oinarriarekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

$$e_2 + \frac{24}{2} \leq \frac{115 - 5 - 2 \cdot 4}{2}$$

$$e_2 = 39 \text{ mm} \quad \Longrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

$e_2 = 20 \text{ mm}$ aukeratuko da.

Zirrindolek UPN 120 perfilarekin eta honen soldadurekin kontakturik egiten ez duela ziurtatuz:

Hegalak:

$$200 = e_1 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + p_1 \cdot 3$$

$$200 = 20 \cdot 2 + d_1 \cdot 2 + 30 \cdot 3$$

$$d_1 = 35 \text{ mm}$$

Arima:

$$220 = d_2 + 2 \cdot e_2$$

$$220 = d_2 + 2 \cdot 20$$

$$d_2 = 180 \text{ mm}$$

$$d_2 = 120 \text{ mm} \text{ hartuko da}$$

Zirrindolak HEB 220 perfilaren hegal-arima erradioekin kontaktuan ez daudela ziurtatzen da:

Bete behar da:

$$120 - \frac{24}{2} \cdot 2 \geq 18 \cdot 2 + 9,5$$

$$96 \geq 45,5 \quad \Longrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Behin torlojuen kokapena zehaztu ondoren, torloju motak eta hauen erresistentziaren kalkuluak azalduko dira

Torlojuen altzairua 10.9 izango da.

$$f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ub} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

Momentu makurtzaileak eragindako esfortzu normal maximoak grabitate zentrotik urrunen dauden torlojuetan hurrengoa da:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 2 \cdot 0^2 + 4 \cdot (30)^2 + 4 \cdot (30 + 35)^2$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 52900 \text{ mm}^2$$

Ordezkatuz:

$$F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = \frac{M_{Ed} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} = \frac{1,9 \cdot 10^7 \cdot (30+35)}{52900} = 2,33 \cdot 10^4 \text{ N}$$

- Esfortzu ebakitzaila V_{Ed} -ren eraginez: $F_{V,Ed} = \frac{141400}{10} = 1,41 \cdot 10^4 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala N_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{N_{Ed}} = \frac{403}{10} = 40,3 \text{ N}$
- Trakizoko esfortzu axiala M_{Ed} -ren eraginez: $F_{t,Ed}^{M_{Ed}} = 2,33 \cdot 10^4 \text{ N}$

Labainketa aurreko frogapena:

CTE-ren arabera hurrengoa k bete behar dira:

c) Bete behar da:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Cd}$$

Non:

$$F_{t,Ed} = F_{t,Ed}^{NEd} + F_{t,Ed}^{MEd} = 40,3 + 2,33 \cdot 10^4 = 2,33 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$F_{p,Cd} = \frac{0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{1,1} = \frac{0,7 \cdot 1000 \cdot 84,3}{1,1} = 5,364 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$2,33 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 5,364 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

d) Bete behar da:

$$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,Cd} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{1,1}$$

$$F_{s,Rd} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot (53645 - 0,8 \cdot 40,3)}{1,1}$$

$$F_{s,Rd} = 9,74 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$9,74 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 8,45 \cdot 10^3 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

Piezen zapalketa aurreko frogapena:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,733 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 9,5}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 6,85 \cdot 10^4$$

$$1,41 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,85 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du.}$$

5.4.1.7 - Jazena osatzen duten HEB 240 perfilen eta UPN 120 arriostamendu habeen lotura (20. Lotura) :

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Arriostamendua osatzen duten UPN 120 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira HEB 240 perfiletara.
- Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 403 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- UPN 120 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{72,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

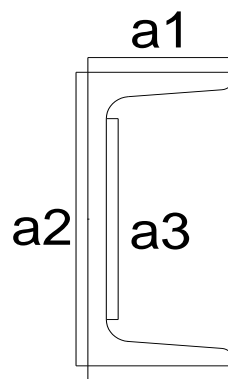
- UPN 120 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{935 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 9,51 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 7,07 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



174. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua UPN 120 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN120}} = 9 \text{ mm} & e_1 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 6 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 6 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN120}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\ e_{\text{HEB240}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 4 \text{ mm} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 55 \text{ mm}$$

$$L_2 = 120 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{120}{2} - 9 - 9 = 84 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{sold}} &: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 55 \cdot 6^3 + 55 \cdot 6 \cdot \left(\frac{255}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 120^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 84^3 \right) \\
 I_{\text{sold}} &= 1,24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6 \cdot 55 + 6 \cdot 120 + 6 \cdot 84 = 1884 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{55}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 23,79 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 23,79 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 23,79 = -16,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{16,82^2 + 3(16,82^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$33,64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$16,82 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$16,82 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{120}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 46,23 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 120} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 46,23 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 46,23 = -32,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 130,92 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{32,68^2 + 3(32,68^2 + 130,92^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$235,99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$32,68 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$32,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{951 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{84}{2}\right)}{1,24 \cdot 10^7} + \frac{403}{1884} = 34,42 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{70700}{4,5 \cdot 84} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 34,42 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 34,42 = -22,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 187,04 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{22,92^2 + 3(22,92^2 + 187,04^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$327,18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$22,92 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$22,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

3 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.4.1.8 - Jazenetako “San Andres” gurutzea (21. Lotura) :

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Arriostamendua osatzen duen IPE 80 perfilak soldaduraren bidez lotuko dira altzairuzko plaka batetara, eta plaka hau soldaduraren bidez habeak osatuko dituzten IPE 220 eta HEB 240 perfiletara lotuko dira.
- Lotura artikulatua izango da.

- IPE 80 - Plaka lotura.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 28690 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 0 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren herena, hau da:

$$\frac{N_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{EdB} \leq N_{pl,Rdy}$$

$$3,7 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \implies \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 3,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\begin{array}{llll} e_{IPE80} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ e_{TXAPA} = 9 \text{ mm} & e_2 = 9 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{2,86 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzaila:

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{2,86 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{N}{\text{mm}^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{3,3 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{2,86 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 21,17 \text{ mm}$$

$L_1 = 22$ aukeratuko da.

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \implies \text{Betetzen du}$$

- Plaka-HEB 240 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 1,7 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 2,27 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 2,61 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{llll} e_{\text{HEB 240}} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5\text{ mm} & e_2 = 9,5\text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5\text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5\text{ mm} \leq a \leq 7\text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L = 270\text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40\text{mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 7 \cdot 270^3 = 2,3 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$n_{\perp} = \frac{2,61 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{270}{2}\right)}{2,3 \cdot 10^7} = 15,31 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,27 \cdot 10^4}{2 \cdot 7 \cdot 270} = 6 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 9,126 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 6,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 9,126 = -6,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 6 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{9,12^2 + 3(9,12^2 + 6^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$20,99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$9,12 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$9,12 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordioak egokiak dira.

Plaka-IPE 220 lotura.

Plaka bakoitzak jazan beharreko tentsioak plakan sortuko dituen erreakzioak:

$$N_{\text{EdB}} = 1,7 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$V_{\text{EdB}} = 2,27 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 2,61 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Soldaduren lodiera:

$$\begin{array}{lcl}
 e_{\text{IPE 220}} = 5,9 \text{ mm} & e_1 = 5,9 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 4 \text{ mm} \\
 e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} e_{\text{IPE 220}} = 5,9 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9,5 \text{ mm} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 4 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura txaparen luzera osoan zehar burutzen denez:

$$L = 190 \text{ mm}$$

Luzeraren balio honek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen du CTE arauak ezartzen duen moduan.

Abatimendu plano hauen inerti momentua hau da:

$$I_{\text{sold}} = 2 \cdot \frac{1}{12} 4 \cdot 190^3 = 4,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Plano hauen gain sortzen diren tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$n_{\perp} = \frac{2,61 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{190}{2}\right)}{4,6 \cdot 10^6} = 5,4 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,27 \cdot 10^4}{2 \cdot 4 \cdot 190} = 14,9 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 5,4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 3,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 5,4 = -3,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 10,51 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{3,81^2 + 3(3,81^2 + 14,9^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$26,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$3,81 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$3,81 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

Soldadurako kordioak egokiak dira.

- Erdiko Plakaren soldadura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{\text{EdB}} = 28690 \text{ N}$$

$$V_{\text{EdB}} = 0 \text{ N}$$

$$M_{\text{EdB}} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien heren bat jasateko egin behar da.

- IPE 80 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{N_{\text{pl,Rdy}}}{3} = \frac{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}}{3} = \frac{764 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 6,67 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bete behar da:

$$N_{\text{EdB}} \leq N_{\text{pl,Rdy}}$$

$$2,8 \cdot 10^4 \text{ N} \leq 6,67 \cdot 10^4 \text{ N} \implies \text{Betetzen du}$$

Gure soldadura plaka bakoitzean habearen mutur bitan soldatuko da, beraz honek jasan behar duen azken tentsioaren erdia jasateko gai izan behar da soldadura bakoitza.

$$\frac{\left(\frac{N_{pl,Rdy}}{3}\right)}{2} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{IPE80}} = 5,2 \text{ mm} & e_1 = 5,2 \text{ mm} \\ e_{\text{TXAPA}} = 9 \text{ mm} & e_2 = 9 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \longrightarrow a_1 = 3,5 \text{ mm} \\ \longrightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} e_{\text{IPE80}} \\ e_{\text{TXAPA}} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 3,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Diseinurako irizpide bezala bi soldadura

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1 + L_2)}$$

L_1 eta L_2 -ren arteko erlazioa bilatuz:

$$t_{1//} \cdot L_{1//} \cdot a_{1//} \cdot 23 = t_{2//} \cdot L_{2//} \cdot a_{2//} \cdot 23$$

$$a_{1//} = a_{2//}$$

$$L_{1//} = L_{2//}$$

$$t_{1//} = t_{2//}$$

Beraz tentsio ebakitzaila:

$$t_{//} = t_1 = t_2 \frac{N_{plRd}}{a_1 \cdot L_1 + a_2 \cdot L_2} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot (L_1)} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

eta:

$$n_{\perp} = t_{\perp} = 0$$

Soldadura lodierak definitutako planoko tentsioak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = \frac{1,4 \cdot 10^4 \text{ N}}{3,5 \cdot L_1} \text{ mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE – ak ezartzen duen lehen segurtasun baldintza:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \left(0^2 + \left(\frac{1,4 \cdot 10^4}{3,5 \cdot L_1} \right)^2 \right)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$L_1 = 10,36 \text{ mm}$$

Minimoa 40 denez $L_1 = \boxed{40 \text{ mm}}$ izango da

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$0 \leq \frac{410}{1,25} \implies \text{Betetzen du}$$

5.4.2 - Barneko egiturako loturak:

Atal honetan 7. Portikoari lotuta egongo den egituraren soldaduren kalkuluak jorratuko dira. 7. Portikoa eta barneko habearen arteko lotura eta barneko egituraren habe zutabe arteko lotura.

5.4.2.1 - 7. Muturreko HEB 240 zutabea eta barneko HEB 140 habearen arteko lotura (22. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Habeak osatzen dituzten HEB 140 perfilak zutabea osatuko duen HEB 240 perfil batetara soldatuko dira 10mm-tako plaka baten bidez.
 - Lotura zurruna izango da.

- HEB 140 – Plaka lotura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,1 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 7,96 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 5,15 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{2} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{246 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

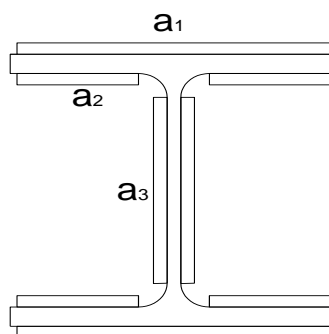
- HEB 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1312 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} > M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 5,15 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



175. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua HEB 140 profilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{HEB } 140} = 12 \text{ mm} & e_1 = 12 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 4 \text{ mm} \\ e_{\text{Plaka}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tarteak hurrengoak dira:

ARIMA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{\text{HEB } 140} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} \longrightarrow a_1 = 4,5 \text{ mm} \\ e_{\text{Plaka}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} \longrightarrow a_2 = 4 \text{ mm} \end{array} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 140 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{140 - 2 \cdot 12 - 7}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$L_3 = 140 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 12 = 92 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$\begin{aligned} I_{\text{sold}} &: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 7^3 + 140 \cdot 7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + \\ & 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 54,5 \cdot 7^3 + 54,5 \cdot 7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4,5 \cdot 92^3 \right) = 1,57 \cdot 10^7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 140 + 4 \cdot 54,5 \cdot 7 + 2 \cdot 4,5 \cdot 92 = 4311,2 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{5,15 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{2,1 \cdot 10^3}{4311,2} = 241,58 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 241,58 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 170,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 241,58 = -170,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{170,8^2 + 3(170,8^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$341,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$170,8 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$170,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{5,15 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{2,1 \cdot 10^3}{4311,2} = 180 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 180 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 126,73 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 180 = -126,73 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{126,73^2 + 3(126,73^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$253,46 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$126,73 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$126,73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{5,15 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{92}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} = 150,9 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{9,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 4,5 \cdot 92} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 150,9 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 106,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 150,9 = -106,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{106,7^2 + 3(106,7^2 + 119,56^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$297,36 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$106,7 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$106,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

3. Soldaduraren kordoia egokia.

- HEB 240 - Plaka lotura:

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,1 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 7,96 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 5,15 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 240 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdz}}{2} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}{2} = \frac{499 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 6,5 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

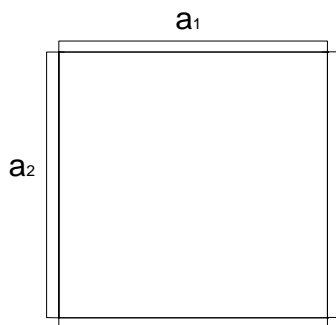
- HEB 260 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdz}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{3324 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 6,5 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N}$

Soldadura kordioen hurrengo konfigurazioa daukagu:



1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{lll} e_{\text{HEB 240}} = 17 \text{ mm} & e_1 = 17 \text{ mm} & \longrightarrow a_1 = 5,5 \text{ mm} \\ e_{\text{Plaka}} = 10 \text{ mm} & e_2 = 10 \text{ mm} & \longrightarrow a_2 = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 230 \text{ mm}$$

$$L_2 = 260 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 230 \cdot 7^3 + 230 \cdot 7 \cdot \left(\frac{260}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 230 \cdot 7^3 \right) = 5,74 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 230 + 2 \cdot 260 \cdot 7 = 6860 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{6,5 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{260}{2} + \frac{7}{2} \right)}{5,74 \cdot 10^7} + \frac{2,1 \cdot 10^3}{6860} = 151,48 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 151,48 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 107,09 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 151,48 = -107,09 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{107,09^2 + 3(107,09^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$214,18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$107,09 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$107,09 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{6,5 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{260}{2}\right)}{5,74 \cdot 10^7} + \frac{2,1 \cdot 10^3}{6860} = 147,52 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{2,5 \cdot 10^5}{2 \cdot 7 \cdot 260} = 68,68 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 147,52 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 104,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 147,52 = -104,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 68,68 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{104,29^2 + 3(104,29^2 + 68,68^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$240,11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$104,29 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$104,29 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2. soldadurako kordioak egokiak dira.

5.4.2.2 Barneko egiturako habe-zutabe arteko lotura(23. Lotura) :

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Habeak osatzen dituzten HEB 140 perfilak zutabea osatuko duen HEB 140 perfil batetara soldatuko dira.
 - Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 1,09 \cdot 10^4 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 7,41 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 4,23 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}}{2} = \frac{246 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

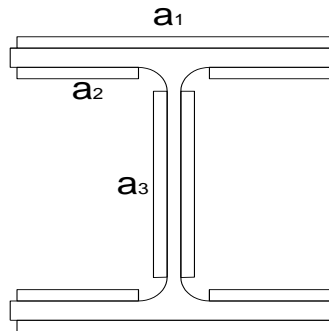
- HEB 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1312 \cdot \frac{275}{1,05}}{2 \cdot \sqrt{3}} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{\text{EdB}} > M_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{\text{EdB}} = 4,23 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengo erabiliko da: $V_{EdB} = 9,9 \cdot 10^4$ N

Soldadura kordoen hurrengo konfigurazioa daukagu:



176. Irudia: Soldaduren kordoen kokalekua HEB 140 perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{lll} e_{HEB\ 140} = 12\ \text{mm} & e_1 = 12\ \text{mm} & \longrightarrow a_1 = 4\ \text{mm} \\ e_{HEB\ 140} = 12\ \text{mm} & e_2 = 12\ \text{mm} & \longrightarrow a_2 = 7\ \text{mm} \end{array} \right\} 4\ \text{mm} \leq a \leq 7\ \text{mm}$$

$a_1 = a_2 = 7\ \text{mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\ \text{mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\left. \begin{array}{lll} e_{HEB140} = 7\ \text{mm} & e_1 = 7\ \text{mm} & \longrightarrow a_1 = 4,5\ \text{mm} \\ e_{HEB\ 140} = 12\ \text{mm} & e_2 = 12\ \text{mm} & \longrightarrow a_2 = 4\ \text{mm} \end{array} \right\} 4\ \text{mm} \leq a \leq 4,5\ \text{mm}$$

$a_3 = 4,5\ \text{mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\ \text{mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 140\ \text{mm}$$

$$L_2 = \frac{140 - 2 \cdot 12 - 7}{2} = 54,5\ \text{mm}$$

$$L_3 = 140 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 12 = 92\ \text{mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40\ \text{mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45\ \text{mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 7^3 + 140 \cdot 7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 54,5 \cdot 7^3 + 54,5 \cdot 7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4,5 \cdot 92^3 \right) = 1,57 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 140 + 4 \cdot 54,5 \cdot 7 + 2 \cdot 4,5 \cdot 92 = 4311,2 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,23 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{1,09 \cdot 10^4}{4311,2} = 200,55 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 200,55 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 141,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 200,55 = -141,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{141,79^2 + 3(141,79^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$283,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$141,79 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$141,79 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,23 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{7}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{1,09 \cdot 10^4}{4311,2} = 149,36 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 149,36 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 105,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 149,36 = -105,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{105,6^2 + 3(105,6^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$211,2 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$105,6 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$105,6 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,23 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{92}{2}\right)}{1,57 \cdot 10^7} + \frac{1,09 \cdot 10^4}{4311,2} = 126,46 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{9,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 4,5 \cdot 92} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 126,46 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 89,41 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 126,46 = -89,41 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{89,41^2 + 3(89,41^2 + 119,56^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$273,6 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$89,41 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$89,41 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2. soldaduraren kordioak egokiak dira.

5.4.2.3 - Barneko egituraren HEB 140 habe- eta kanpoko egiturako erdiko HEB 220 zutabearen arteko lotura (24 Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
- Habeak osatzen dituzten HEB 140 perfilak zutabea osatuko duen HEB 140 perfil batetara soldatuko dira.
- Lotura zurruna izango da.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 6 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 7,23 \cdot 10^4 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 4,3 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura zurrun bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentzien erdia jasateko egin behar da.

- HEB 140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}}{2} = \frac{246 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{2} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

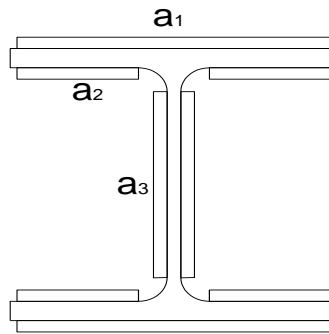
- HEB 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{\text{pl,Rdy}}}{2} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{1312 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{2} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{\text{EdB}} > M_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{\text{EdB}} = 4,3 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{\text{EdB}} < V_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{\text{EdB}} = 9,9 \cdot 10^4 \text{ N}$

Soldadura kordioien hurrengo konfigurazioa daukagu:


177. Irudia: Soldaduren kordoiaren kokalekua HEB 140perfilean.

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{HEB 140}} = 12 \text{ mm} & e_1 = 12 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB 220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 6,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 4 \text{ mm} \leq a \leq 6,5 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

ARIMA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{HEB140}} = 7 \text{ mm} & e_1 = 7 \text{ mm} & \longrightarrow & a_1 = 4,5 \text{ mm} \\
 e_{\text{HEB 220}} = 9,5 \text{ mm} & e_2 = 9,5 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 3,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 3,5 \text{ mm} \leq a \leq 4,5 \text{ mm}$$

$a_3 = 4,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 140 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{140 - 2 \cdot 12 - 7}{2} = 54,5 \text{ mm}$$

$$L_3 = 140 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 12 = 92 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a = 45 \text{ mm}$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoiaren abatimendu planoaren inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{sold}}: & 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 6,5^3 + 140 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 54,5 \cdot 6,5^3 + 54,5 \cdot 6,5 \cdot \right. \\
 & \left. \left(\frac{116}{2} - \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4,5 \cdot 92^3 \right) = 1,46 \cdot 10^7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Azalera totala hurrengo da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 6,5 \cdot 140 + 4 \cdot 54,5 \cdot 6,5 + 2 \cdot 4,5 \cdot 92 = 4065 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,3 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{140}{2} + \frac{6,5}{2}\right)}{1,46 \cdot 10^7} + \frac{6 \cdot 10^3}{4065} = 217,94 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 217,94 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 154,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 217,94 = -154,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{154,08^2 + 3(154,08^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$308,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$154,08 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$154,08 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,3 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{116}{2} - \frac{6,5}{2}\right)}{1,46 \cdot 10^7} + \frac{6 \cdot 10^3}{4065} = 162,72 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 162,72 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 115,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 162,72 = -115,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{115,05^2 + 3(115,05^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$230,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$115,05 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$115,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{4,3 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{92}{2}\right)}{1,46 \cdot 10^7} + \frac{6 \cdot 10^3}{4065} = 136,95 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{9,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 4,5 \cdot 92} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 136,95 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 96,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 136,95 = -96,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 119,56 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{96,83^2 + 3(96,83^2 + 119,56^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$283,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$96,83 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$96,83 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

3. soldaduraren kordioak egokiak dira.

5.5 - Itxidurako Petralen loturak:

Atal honetan egituraren kanpoaldeko itxidura egiteko beharrezkoak diren loturen kalkuluak azalduko dira. Lotura hauek jazenetako korreetako eta kanpoko zutabeetako korreak lotzeko beharrezkoak diren kalkuluak azaltzen dituzte.

5.5.1 - Estalkiko petralak

5.5.1.1 - UPN 140 eta HEB240 lotura (25. Lotura)

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldaduren bidezko lotura izango da.
 - Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 240 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
 - Lotura artikulatua izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 5,59 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 650 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{\text{UPN140}} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{ mm} \\
 e_{\text{HEB240}} = 17\text{ mm} & e_2 = 17\text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 5,5\text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{\text{UPN140}} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{ mm} \\ e_{\text{HEB240}} = 17\text{ mm} & e_2 = 17\text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 5,5\text{ mm} \end{array}} \right\} 5,5\text{ mm} \leq a \leq 7\text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7\text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3\text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 100\text{ mm}$$

$$L_2 = 60\text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40\text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 7^3 + 100 \cdot 7 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 1,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 100 + 2 \cdot 7 \cdot 60 = 2240 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,8 \cdot 10^6} + \frac{5,59 \cdot 10^3}{2240} = 169,62 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 169,62 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 119,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 169,62 = -119,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{119,92^2 + 3(119,92^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$239,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$119,92 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$119,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{1,8 \cdot 10^6} + \frac{5,59 \cdot 10^3}{2240} = 150,66 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{650}{7 \cdot 60 \cdot 2} = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 150,66 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 106,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 150,66 = -106,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{106,52^2 + 3(106,52^2 + 0,77^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$213 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$106,52 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$106,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.1.2 - Petrala eta IPE 220 habearen lotura (26. Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldaduren bidezko lotura izango da.
- Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten IPE 220 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
- Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{EdB} = 2,79 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{EdB} = 325 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} \longrightarrow a_1 = 4\text{mm} \\ e_{IPE220} = 9,2\text{ mm} & e_2 = 9,2\text{ mm} \longrightarrow a_2 = 6,5\text{ mm} \end{array} \right\} 4\text{ mm} \leq a \leq 6,5\text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 6,5 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 80 \text{ mm}$$

$$L_2 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40$ mm eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 80 \cdot 6,5^3 + 80 \cdot 6,5 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 6,5 \cdot 60^3 \right) = 2,54 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 4 \cdot 6,5 \cdot 80 + 2 \cdot 6,5 \cdot 60 = 2860 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{6,5}{2} \right)}{2,54 \cdot 10^6} + \frac{2,79 \cdot 10^3}{2860} = 118,53 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 118,53 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 83,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 118,53 = -83,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{83,79^2 + 3(83,79^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$167,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$144,69 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$144,69 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{2,54 \cdot 10^6} + \frac{2,79 \cdot 10^3}{2860} = 107,04 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{350}{6,5 \cdot 60 \cdot 2} = 0,41 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 104,04 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 75,67 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 104,04 = -75,67 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 0,41 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{75,67^2 + 3(75,67^2 + 0,41^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$152 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$75,67 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$75,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.2 - Luzetarako fatxadako petralak:

5.5.2.1 - Petrala - zutabe lotura erdiko portikoetan (27. Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau torlojuen bidezko lotura izango da.
- Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 260 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
- Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{EdB} = 4,7 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{EdB} = 975 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{1,05}{\sqrt{3}}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{mm} \\
 e_{HEB 260} = 17,5\text{ mm} & e_2 = 17,5\text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 5,5\text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 7^3 + 110 \cdot 7 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 1,98 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 110 + 2 \cdot 7 \cdot 60 = 2380 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,98 \cdot 10^6} + \frac{4,7 \cdot 10^3}{2380} = 153,909 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 153,91 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 108,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 153,91 = -108,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{108,81^2 + 3(108,81^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$217,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$108,81 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$108,81 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{1,98 \cdot 10^6} + \frac{4,7 \cdot 10^3}{2380} = 138,03 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{975}{6,5 \cdot 60 \cdot 2} = 1,25 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 138,03 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 97,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 138,03 = -97,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 1,25 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{97,58^2 + 3(97,58^2 + 1,25^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$195 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$97,58 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$97,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.2.2 Petrala - zutabe lotura 1 portikoan (28. Lotura):Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldaduren bidezko lotura izango da.
- Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 220 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
- Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,35 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 487,5 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll} e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{mm} \\ e_{HEB 220} = 16\text{mm} & e_2 = 16\text{mm} & \longrightarrow & a_2 = 5,5\text{mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{llll} e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{mm} \\ e_{HEB 220} = 16\text{mm} & e_2 = 16\text{mm} & \longrightarrow & a_2 = 5,5\text{mm} \end{array}} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 7^3 + 110 \cdot 7 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 1,98 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 110 + 2 \cdot 7 \cdot 60 = 2380 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,98 \cdot 10^6} + \frac{4,7 \cdot 10^3}{2380} = 153,909 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 153,91 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 108,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 153,91 = -108,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{108,81^2 + 3(108,81^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$217,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$108,81 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$108,81 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{1,98 \cdot 10^6} + \frac{4,7 \cdot 10^3}{2380} = 138,03 \text{N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{975}{6,5 \cdot 60 \cdot 2} = 1,25 \text{N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 138,03 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 97,58 \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 138,03 = -97,58 \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 1,25 \text{N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{97,58^2 + 3(97,58^2 + 1,25^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$195 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$97,58 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$97,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.2.3 - Petral - zutabe lotura 7 portikoan (29. Lotura):

- Loturaren deskribapena:

- Lotura hau soldaduren bidezko lotura izango da.
- Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 240 perfiletara lotuko dira soldaduren bidez.
- Lotura artikulatua izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 2,35 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 487,5 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{\text{pl,Rdy}}}{3} = \frac{W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{275 \cdot 1,05}{\sqrt{3}}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkulan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{UPN140} = 10 \text{ mm} & e_1 = 10 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad a_1 = 7 \text{ mm} \\ e_{HEB240} = 17 \text{ mm} & e_2 = 17 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad a_2 = 5,5 \text{ mm} \end{array} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 110 \text{ mm}$$

$$L_2 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordioen abatimendu planoen inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 110 \cdot 7^3 + 110 \cdot 7 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 1,98 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 2 \cdot 7 \cdot 110 + 2 \cdot 7 \cdot 60 = 2380 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)}{1,98 \cdot 10^6} + \frac{4,7 \cdot 10^3}{2380} = 153,909 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 153,91 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 108,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 153,91 = -108,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{108,81^2 + 3(108,81^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$217,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$108,81 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$108,81 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

3 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{1,98 \cdot 10^6} + \frac{4,7 \cdot 10^3}{2380} = 138,03 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{975}{6,5 \cdot 60 \cdot 2} = 1,25 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 138,03 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 97,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 138,03 = -97,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 1,25 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{97,58^2 + 3(97,58^2 + 1,25^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$195 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$97,58 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$97,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.3 - Zeharkako fatxadako petralak**5.5.3.1 - 1 portiko hastialeko erdiko zutabeko lotura (30. Lotura):**

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau torlojuen bidezko lotura izango da.

- Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 220 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
- Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{EdB} &= 2,35 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{EdB} &= 487,5 \text{ N} \\ M_{EdB} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} \longrightarrow a_1 = 7\text{mm} \\ e_{HEB 220} = 16\text{mm} & e_2 = 16\text{mm} \longrightarrow a_2 = 5,5\text{mm} \end{array} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 85 \text{ mm}$$

$$L_2 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoiaren abatimendu planoaren inerti momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 85 \cdot 7^3 + 85 \cdot 7 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 2,93 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 4 \cdot 7 \cdot 85 + 2 \cdot 7 \cdot 60 = 3220 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)}{2,93 \cdot 10^6} + \frac{2,35 \cdot 10^3}{3220} = 103,4 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 73,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,4 = -73,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{103,4^2 + 3(103,4^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$207,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$103,4 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$103,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{2,93 \cdot 10^6} + \frac{2,35 \cdot 10^3}{3220} = 92,67 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{487,5}{7 \cdot 60 \cdot 2} = 0,58 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 92,67 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 65,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 92,67 = -65,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 0,58 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{65,52^2 + 3(65,52^2 + 0,58^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$131,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$65,52 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$65,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.3.2 - 1 portikoko muturreko zutabeetako loturak (31. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau soldadura bidezko lotura izango da.
 - Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 220 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
 - Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$\begin{aligned} N_{\text{EdB}} &= 6,7 \cdot 10^3 \text{ N} \\ V_{\text{EdB}} &= 1,6 \cdot 10^3 \text{ N} \\ M_{\text{EdB}} &= 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Nola $M_{\text{EdB}} < M_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{\text{EdB}} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{\text{EdB}} < V_{\text{pl,Rdy}}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{\text{EdB}} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll}
 e_{\text{UPN140}} = 10\text{m} & e_1 = 10\text{mm} \quad \longrightarrow \quad a_1 = 7\text{mm} \\
 e_{\text{HEB 220}} = 16\text{ mm} & e_2 = 16\text{ mm} \quad \longrightarrow \quad a_2 = 5,5\text{mm}
 \end{array} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartekak hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 5,04 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 4 \cdot 7 \cdot 60 = 1620 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{6,71 \cdot 10^3}{840} = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 5,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8 = -5,65 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{1630}{7 \cdot 60 \cdot 4} = 0,97 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{8^2 + 3(8^2 + 0,97^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$16,09 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{N}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$16,09 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$16,09 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.3.3 - 7. portiko hastialeko erdiko zutabeko lotura (32. Lotura) :

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau torlojuen bidezko lotura izango da.
 - Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 220 perfiletaralotuko dira soldaduren bidez.
 - Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{\text{EdB}} = 2,35 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{\text{EdB}} = 487,5 \text{ N}$$

$$M_{\text{EdB}} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

CTE- ak ezartzen duen moduan, lotura artikulatu bat denez, loturaren dimentsionaketa gutxienez lotu beharreko piezen azken erresistentziaren herena jasateko gai izan beha da.

- UPN140 perfilaren makurdura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{M_{pl,Rdy}}{3} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{103 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05}}{3} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- UPN 140 perfilaren ebakidura aurreko azken erresistentziaren erdia hau da:

$$\frac{V_{pl,Rdy}}{3} = \frac{A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}}{3} = \frac{1110 \cdot \frac{275}{\sqrt{3}}}{3} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\left. \begin{array}{ll} e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} \longrightarrow a_1 = 7\text{mm} \\ e_{HEB 220} = 16\text{mm} & e_2 = 16\text{mm} \longrightarrow a_2 = 5,5\text{mm} \end{array} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 85 \text{ mm}$$

$$L_2 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 85 \cdot 7^3 + 85 \cdot 7 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2} \right)^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 2,93 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 4 \cdot 7 \cdot 85 + 2 \cdot 7 \cdot 60 = 3220 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{7}{2}\right)}{2,93 \cdot 10^6} + \frac{2,35 \cdot 10^3}{3220} = 103,4 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 103,4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 73,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} 103,4 = -73,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{103,4^2 + 3(103,4^2 + 0^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$207,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$103,4 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$103,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

2 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{898 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{60}{2}\right)}{2,93 \cdot 10^6} + \frac{2,35 \cdot 10^3}{3220} = 92,67 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{487,5}{7 \cdot 60 \cdot 2} = 0,58 \text{ N/mm}^2$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 92,67 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 65,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 92,67 = -65,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{//} = 0,58 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$\sqrt{65,52^2 + 3(65,52^2 + 0,58^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$131,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatzuz:

$$65,52 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$65,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

2 soldadurako kordioak egokiak dira.

5.5.3.4 - 7 portikoko muturreko zutabeetako loturak (33. Lotura):

- Loturaren deskribapena:
 - Lotura hau torlojuen bidezko lotura izango da.
 - Korreak osatzen dituzten UPN 140 perfilak habeak osatuko dituzten HEB 240 perfiletara lotuko dira Soldaduren bidez.
 - Lotura zurruna izango dira.

Loturan emango diren erreakzio kaltegarrienak hurrengoak dira:

$$N_{EdB} = 6,7 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{EdB} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_{EdB} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Nola $M_{EdB} < M_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $M_{EdB} = 8,9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Nola $V_{EdB} < V_{pl,Rdy}/2$, kalkuluan hurrengoa erabiliko da: $V_{EdB} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

1 eta 2 soldaduren lodieraren tartek hurrengoak dira:

HEGALA

$$\begin{array}{llll}
 e_{UPN140} = 10\text{mm} & e_1 = 10\text{mm} & \longrightarrow & a_1 = 7\text{mm} \\
 e_{HEB 240} = 17 \text{ mm} & e_2 = 17 \text{ mm} & \longrightarrow & a_2 = 5,5 \text{ mm}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{llll} \end{array}} \right\} 5,5 \text{ mm} \leq a \leq 7 \text{ mm}$$

$a_1 = a_2 = 7 \text{ mm}$ aukeratu da. Balio hau $\geq 3 \text{ mm}$ da, CTE arauak ezartzen duen moduan.

3 soldaduraren lodieraren tartek hurrengoak dira:

Soldaduren luzerak:

$$L_1 = 60 \text{ mm}$$

Luzera hauek $L \geq 40 \text{ mm}$ eta $L \geq 6 \cdot a$ betetzen dute CTE arauak ezartzen duen moduan.

Soldadura kordoen abatimendu planoen inertzi momentuaren kalkulua hurrengoa da:

$$I_{\text{sold}}: 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 60^3 \right) = 5,04 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Azalera totala hurrengoa da:

$$A_{\text{tot}} = 4 \cdot 7 \cdot 60 = 1620 \text{ mm}^2$$

1 Soldaduraren ikasketa:

$$n_{\perp} = \frac{6,71 \cdot 10^3}{840} = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = t_{//} = 0$$

Tentsioak

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 = 5,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8 = -5,65 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{//} = \frac{1630}{7 \cdot 60 \cdot 4} = 0,97 \text{ N/mm}^2$$

Angeluan eginiko soldadura:

Angeluan eginiko soldadurentzat CTE arauak ezartzen duen lehen baldintza hau da:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$\sqrt{8^2 + 3(8^2 + 0,97^2)} \leq \frac{410}{0,85 \cdot 1,25}$$

$$16,09 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 385,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \implies \text{Betetzen du}$$

CTE arauak ezartzen duen bigarren baldintza hau da:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Lortutako tentsioen balioak ordezkatur:

$$16,09 \leq \frac{410}{1,25}$$

$$16,09 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 328 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

1 soldadurako kordioak egokiak dira.

6 Ainguraketa plakak.

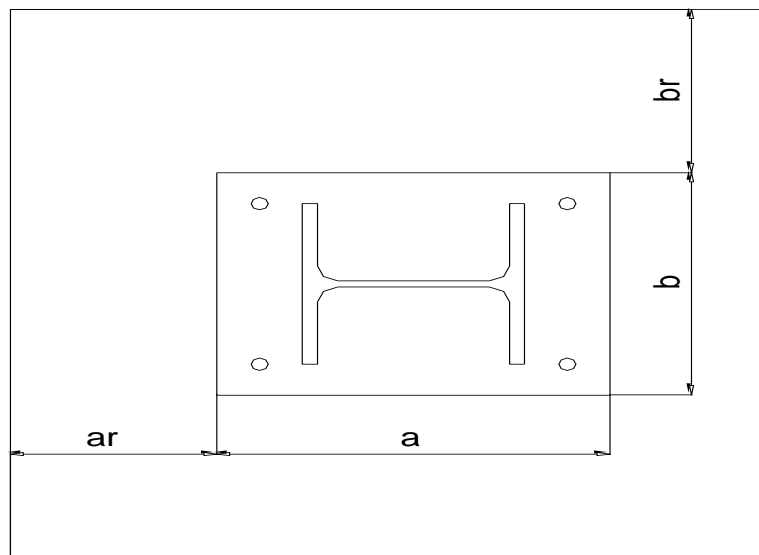
Atal honetan egituraren ainguraketa plaken dimentsionaketa egiteko beharrezko kalkuluak azalduko dira. Kalkulu hauek egiteko CTE DB SE A dokumentuko arautegia erabili da, kalkulaturako plaka guztiek arau guztiak betetzen dituztelarik.

Kalkulu hauetako ainguraketa plaken aurre-dimentsionaketa egiteko zimentuetako neurriak CYPECAD programa erabili da.

Kalkulu hauek konbinazio hipotesi kaltegarrienak sortzen dituen balioekin egin dira.

6.1 – N2, N2', N3, N3', N4, N4', N5 eta N5' ainguraketa plakak:

Aurre-dimentsionaketa:



178. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimentuan

Plakaren dimentsioak:

Altuera: 360mm
 Zabalera: 460mm
 Txaparen lodiera: 30mm

Hormigoiaren erresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaren erresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1160 \cdot 1060}{460 \cdot 360}} = 2,72 \leq 5$$

$$a_1 = \left\{ \begin{array}{l} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2800 \\ 2300 \\ 1160 \\ 5300 \end{array} \right\}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \left\{ \begin{array}{l} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2800 \\ 1800 \\ 1060 \\ 5800 \end{array} \right\}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,72 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 45,33 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

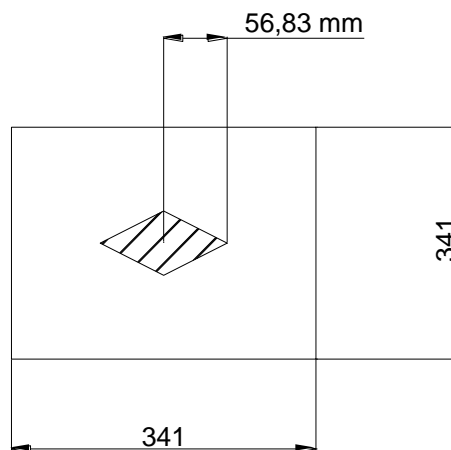
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{\frac{275}{1,1}}{3 \cdot 45,33}} = 40,67 \text{ mm}$$

- **Balio maximoa duen hipotesiarekin:**

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,51 \cdot 10^8}{37050} = 4083 \text{ mm}$$

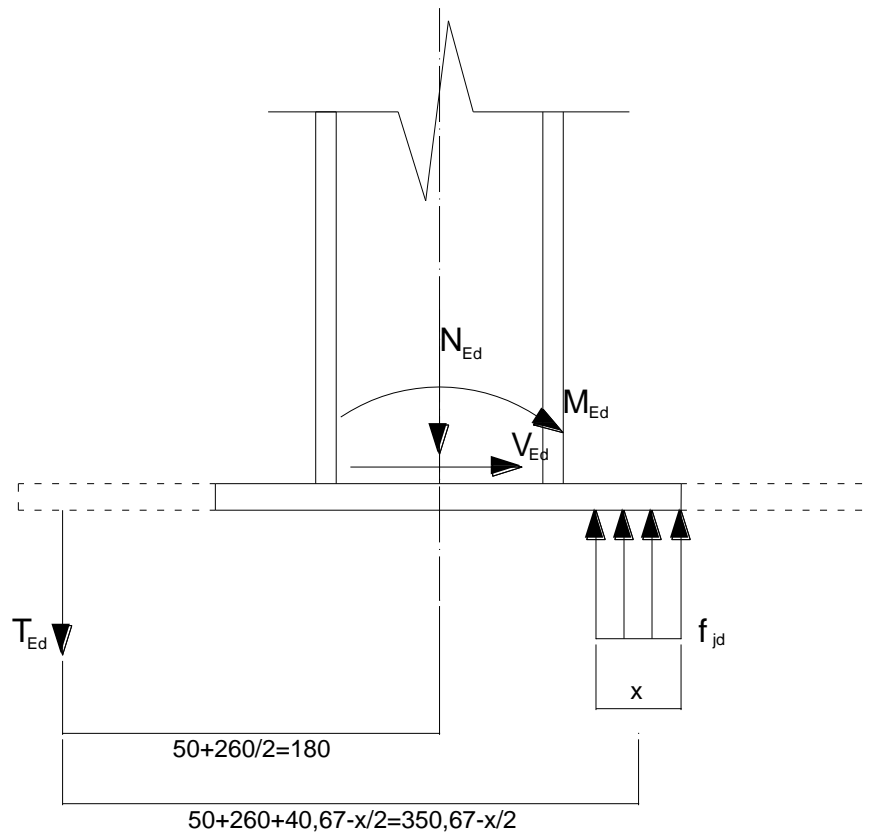
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



179. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 56,83 mm baino gehiago dituenek, konpresioko karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



180. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz balioak hurrengoak dira:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 341 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armadurarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 180 + f_{jd} \cdot x \cdot 341 \cdot \left(350,67 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-1,51 \cdot 10^8 - 37050 \cdot 180 + 45,33 \cdot x \cdot 341 \cdot \left(350,67 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-1,51 \cdot 10^8 + 5,4 \cdot 10^6 \cdot x - 7728,7x^2 = 0$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 669,51 \text{ mm} > 98,84 \text{ mm} \text{ Ez du balio} \\ x_2 &= 29,18 \text{ mm} > 98,84 \text{ mm} \text{ balio du} \end{aligned} \right\}$$

Beraz, posible denez, $x < 98,84$ mm dimentsio bat lortzea hipotesietako plakaren dimentsioak egokiak.

Ekuazioa ebatziz armaduraren esfortzua hurrengoa da:

$$\begin{aligned} -37050 - T_{Ed} + 45,33 \cdot 29,18 \cdot 341 &= 0 \\ T_{Ed} &= 4,14 \cdot 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiairen gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 45,3 \cdot 40,67 \cdot \frac{40,67}{2} = 34764,2 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{\frac{4,14 \cdot 10^5}{341}}{2} = 30351,9 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{30^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 56250 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

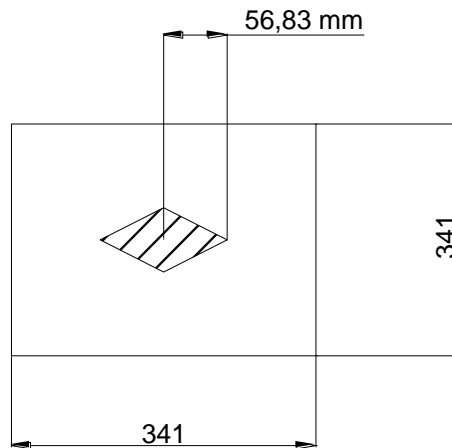
$$\begin{aligned} M_{Ed,1} &\leq M_{p,Rd} && \Leftrightarrow \text{Betetzen du} \\ M_{Ed,2} &\leq M_{p,Rd} && \Leftrightarrow \text{Betetzen du} \end{aligned}$$

• **Balio minimoa duen hipotesiarekin :**

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{4,08 \cdot 10^7}{110135} = 370,45 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



181. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

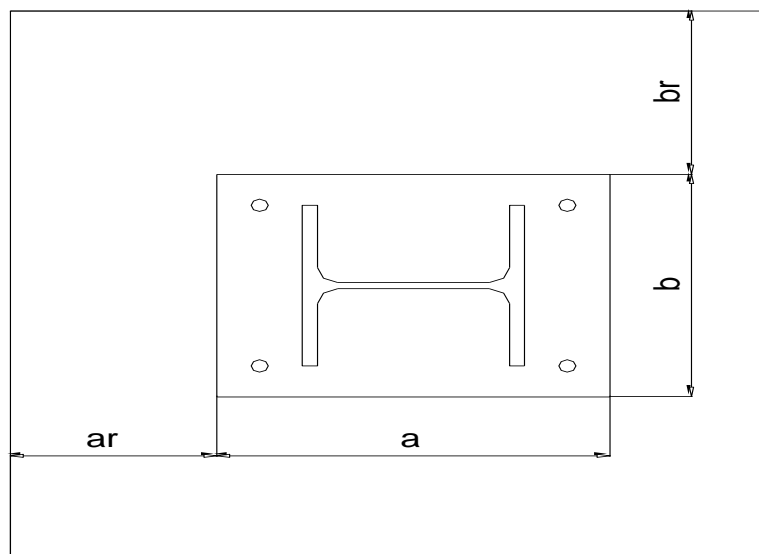
e_1 eszentrikotasunak 56,83 mm baino gehiago dituenek, konpresio karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Beste alde batetik, eszentrikotasuna balio maximodun hipotesian baino txikiagoa denek bete behar den baldintza betetzen da.

Beraz txaparen lodiera: 30 mm

6.2 – N6 eta N6' ainguraketa plakak:

Aurredimentsionaketa:



182. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimenduan

Plakaren dimentsioak:

Altuera: 460 mm
Zabalera: 360mm
Txaparen lodiera: 30mm

Hormigoiaresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1260 \cdot 1160}{460 \cdot 360}} = 2,97 \leq 5$$

$$a_1 = \begin{pmatrix} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 2350 \\ 3900 \\ 1260 \\ 5800 \end{pmatrix}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \begin{pmatrix} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 2350 \\ 1800 \\ 1160 \\ 6300 \end{pmatrix}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,97 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 49,5 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

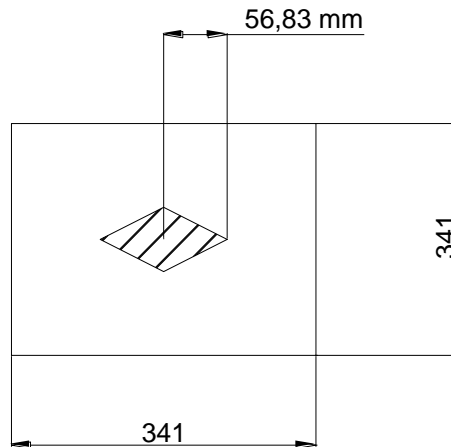
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{\frac{275}{1,1}}{3 \cdot 49,5}} = 40,67 \text{ mm}$$

- **Balio maximoa duen hipotesiarekin:**

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{4,8 \cdot 10^7}{204754} = 234,43 \text{ mm}$$

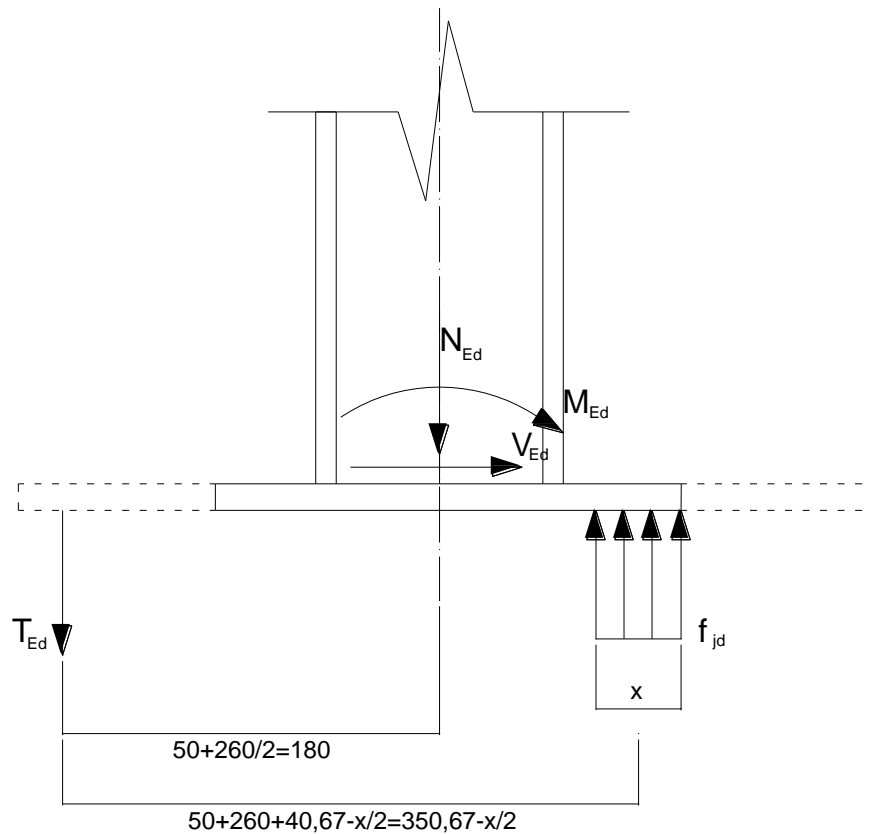
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



183. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 56,87mm baino gehiago dituenek, konpresio karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



184. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 341 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armadurarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 180 + f_{jd} \cdot x \cdot 341 \cdot \left(350,6 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-4,8 \cdot 10^7 - 204754 \cdot 180 + 49,5 \cdot x \cdot 341 \cdot \left(350,6 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-8,48 \cdot 10^7 + 5,4 \cdot 10^6 \cdot x - 7728 \cdot x^2 = 0$$

$$\begin{cases} x_1 = 682 \text{ mm} > 98,8 \text{ mm} \text{ Ez du balio} \\ x_2 = 16,01 \text{ mm} > 98,8 \text{ mm} \text{ balio du} \end{cases}$$

Beraz, posible dene, $x < 98,8$ mm dimentsio bat lortzea hipotesietako plakaren dimentsioak egokiak.

Ekuazioa ebatziz armaduraren esfortzua hurrengoa da:

$$-204754 - T_{Ed} + 49,5 \cdot 16,01 \cdot 341 = 0$$

$$T_{Ed} = 4,27 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiaren gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 45,3 \cdot 40,67 \cdot \frac{40,67}{2} = 37489 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{4,27 \cdot 10^4}{341,2} = 6254,76 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{30^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 56250 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed,1} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

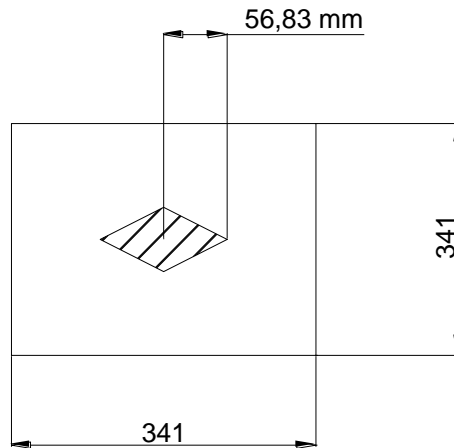
$$M_{Ed,2} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \text{Betetzen du}$$

- **Balio minimoa duen hipotesiarekin:**

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

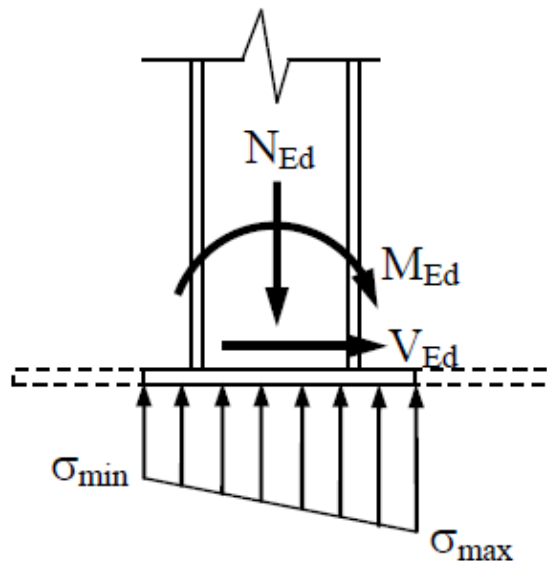
$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,24 \cdot 10^6}{208563} = 5,94 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



185. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 56,87 mm baino gutxiago dituenek, konpresioko karga erdiko nukleoaren barruan dago. Hau da, konpresio konposatua egoeran dabil lanean.



186. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Zimenduko tentsioen kalkulua eta frogapena:

Azalera efikazaren azalera hurrengoa da:

$$A_p = 2 \cdot 98,84 \cdot 341 + 213,66 \cdot 91,34 = 86924,58 \text{ mm}^2$$

Azalera efikazaren inertzia momentua hurrengoa da:

$$I_p = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 341 \cdot 98,84^3 + 341 \cdot 98,84 \cdot \left(\frac{213,66}{2} + \frac{98,84}{2} \right)^2 \right] + \frac{1}{12} \cdot 91,34 \cdot 213,66^3$$

$$I_p = 1774,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

Tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot z_{\max}}{I_p}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{208563}{86924,6} + \frac{1,24 \cdot 10^6 \cdot \frac{341}{2}}{1774,8 \cdot 10^6} = 2,52 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Bete behar da:

$$\sigma_{\max} \leq f_{jd}$$

$$2,52 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 55 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot (z_{\max} - c)}{I_p}$$

$$\sigma_{1-1} = \frac{208563}{86924,6} + \frac{1,24 \cdot 10^6 \left(\frac{341}{2} - 40,67 \right)}{1774,8 \cdot 10^6} = 2,49 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Hormigoiazen gaineko tentsioak hauek dira:

$$\sigma_{\max} = 2,52 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{1-1} = 2,49 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Landapeneko luzera unitateko momentua hau da:

$$M_{Ed} = 2,49 \cdot 40,67 \cdot \frac{40,67}{2} + \frac{(2,52 - 2,49) \cdot 40,67}{2} \cdot \frac{2 \cdot 40,67}{2} = 2084,1 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

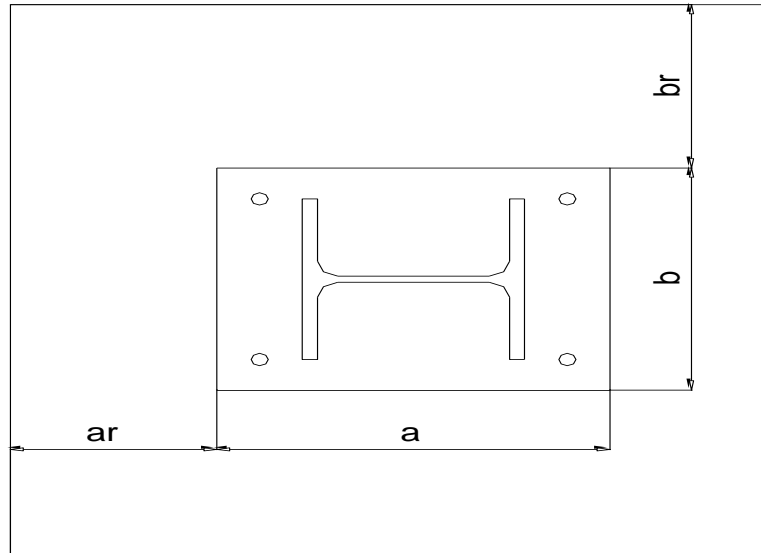
$$M_{p,Rd} = \frac{30^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 56250 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed} \leq M_{p,Rd} \iff \text{Betetzen du}$$

6.3 – N6B, N6B' eta N6BE ainguraketa plaka:

Aurredimensionaketa:



187. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimenduan

Plakaren dimentsioak:

Altuera: 340 mm
Zabalera: 240 mm
Txaparen lodiera: 15,5 mm

Hormigoiaeren erresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaeren erresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{890 \cdot 790}{340 \cdot 240}} = 2,93 \leq 5$$

$$a_1 = \left\{ \begin{array}{l} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1700 \\ 890 \\ 3950 \end{array} \right\}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \left\{ \begin{array}{l} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \\ 790 \\ 4450 \end{array} \right\}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,93 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 48,8 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

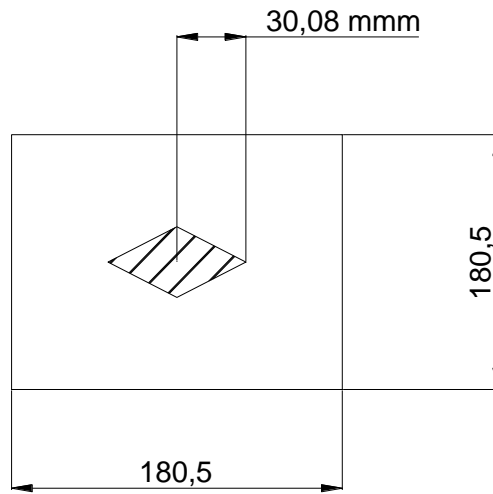
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 15,5 \cdot \sqrt{\frac{\frac{275}{1,1}}{3 \cdot 48,8}} = 20,25 \text{ mm}$$

- **Balio maximoa duen hipotesiarekin:**

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,5 \cdot 10^7}{134147} = 112,5 \text{ mm}$$

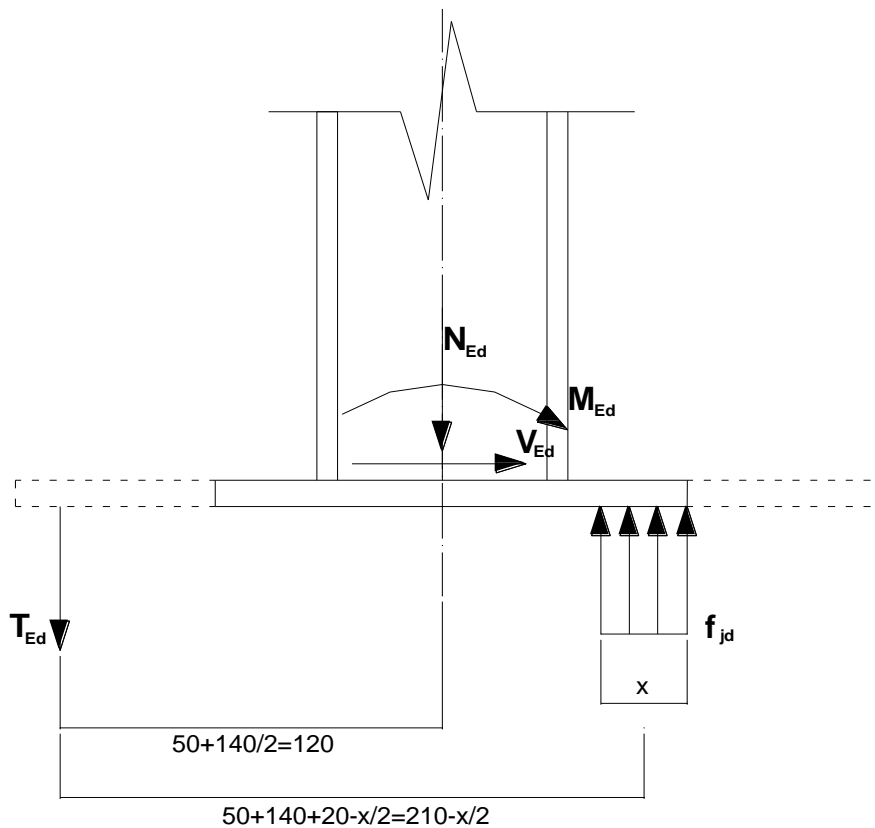
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



188. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 30,08 mm baino gehiago dituenaz, konpresioko karga erdiko nukleotik kanpo dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



189. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 180,5 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armaturarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 120 + f_{jd} \cdot x \cdot 180,5 \cdot \left(210,25 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-1,5 \cdot 10^7 - 134147 \cdot 120 + 48,8 \cdot x \cdot 180,5 \cdot \left(210,25 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-3,11 \cdot 10^7 + 1,8 \cdot 10^6 \cdot x - 4404 \cdot x^2 = 0$$

$$\begin{cases} x_1 = 390,6 \text{ mm} > 52,5 \text{ mm} \text{ Ez du balio} \\ x_2 = 18,07 \text{ mm} > 52,5 \text{ mm} \text{ balio du} \end{cases}$$

Beraz, posible dene, $x < 85,3$ mm dimentsio bat lortzea hipotesietako plakaren dimentsioak egokiak.

Ekuazioa ebatziz armaturaren esfortzua hurrengoa da:

$$-134147 - T_{Ed} + 48,8 \cdot 18,07 \cdot 180,5 = 0$$

$$T_{Ed} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiairen gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 48,8 \cdot 20,25 \cdot \frac{20,25}{2} = 10005,5 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{2,5 \cdot 10^4}{180,5} = 6925,2 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{15,5^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 15015,6 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed,1} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

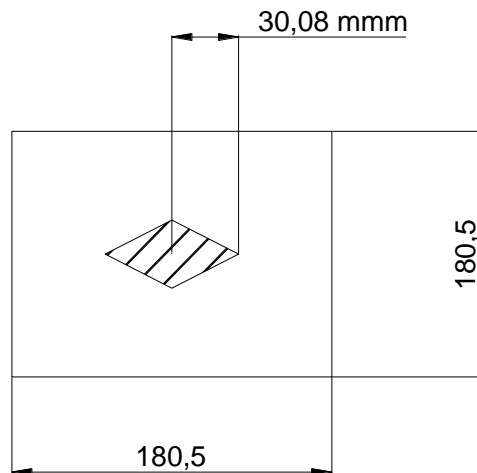
$$M_{Ed,2} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

- **Balio minimoa duen hipotesiarekin:**

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

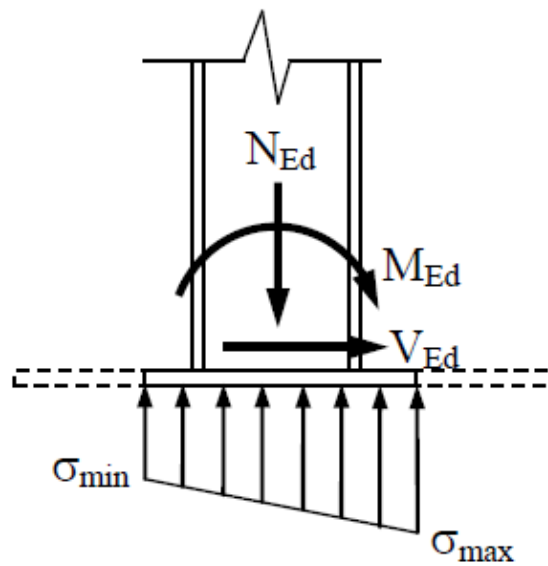
$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{5,6 \cdot 10^5}{132365} = 4,23 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



190. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 30,05 mm baino gutxiago dituenz, konpresio karga erdiko nukleoaren barruan dago. Hau da, konpresio konposatua egoeran dabil lanean.



191. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Zimenduko tentsioen kalkulua eta frogapena:

Azalera efikazaren azalera hurrengoa da:

$$A_p = 2 \cdot 52,5 \cdot 180,5 + 99,5 \cdot 47,5 = 23678,75 \text{ mm}^2$$

Azalera efikazaren inerti momentua hurrengoa da:

$$I_p = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 180,5 \cdot 52,5^3 + 180,5 \cdot 52,5 \cdot \left(\frac{99,5}{2} + \frac{52,5}{2} \right)^2 \right] + \frac{1}{12} \cdot 47,5 \cdot 99,5^3$$

$$I_p = 117,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

Tentsio normal maximoak hurrengoa dira:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot z_{\max}}{I_p}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{132365}{23678,75} + \frac{5,6 \cdot 10^5 \cdot \frac{180,5}{2}}{117,7 \cdot 10^6} = 6,02 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Bete behar da:

$$\sigma_{\max} \leq f_{jd}$$

$$6,02 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 55 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot (z_{max} - c)}{I_p}$$

$$\sigma_{1-1} = \frac{132365}{23678,75} + \frac{5,6 \cdot 10^5 \left(\frac{180,5}{2} - 20,25 \right)}{117,7 \cdot 10^6} = 5,9 \frac{N}{mm^2}$$

Hormigoiaren gaineko tentsioak hauek dira:

$$\sigma_{max} = 6,02 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{1-1} = 5,9 \frac{N}{mm^2}$$

Landapeneko luzera unitateko momentua hau da:

$$M_{Ed} = 6,02 \cdot 20,25 \cdot \frac{20,25}{2} + \frac{(6,02 - 5,9) \cdot 20,25}{2} \cdot \frac{2 \cdot 20,25}{3} = 1250,7 \frac{mmN}{mm}$$

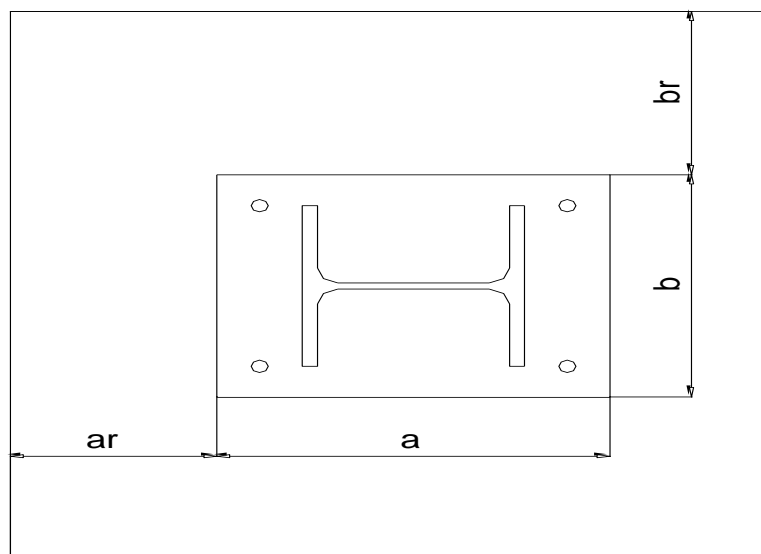
$$M_{p,Rd} = \frac{15,5^2 (mm)^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 15015,6 \frac{mm \cdot N}{mm}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed} \leq M_{p,Rd} \quad \text{Bete behar du}$$

6.4 - 1 6.4 – N1E ainguraketa plaka:

Aurredimentsionaketa:



192. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimenduan

Plakaren dimentsioak:

a: 420mm

b: 320mm

Txaparen lodiera: 35mm

Hormigoiaresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1120 \cdot 1020}{420 \cdot 320}} = 2,91 \leq 5$$

$$a_1 = \begin{cases} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{cases} = \min \begin{cases} 2600 \\ 2100 \\ 1120 \\ 5100 \end{cases}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \begin{cases} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{cases} = \min \begin{cases} 2600 \\ 1600 \\ 1020 \\ 5600 \end{cases}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,91 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 49 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

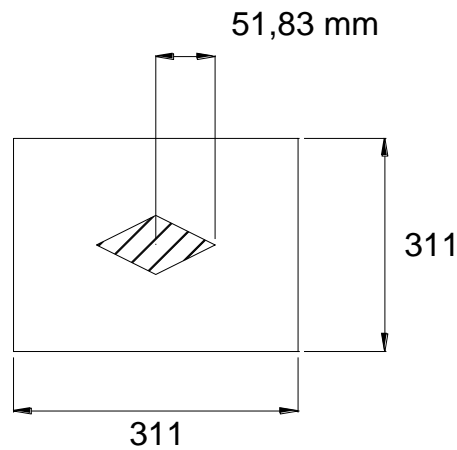
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 35 \cdot \sqrt{\frac{275}{3 \cdot 49}} = 45,6 \text{ mm}$$

Balio maximoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{9,81 \cdot 10^7}{39355} = 2429,7 \text{ mm}$$

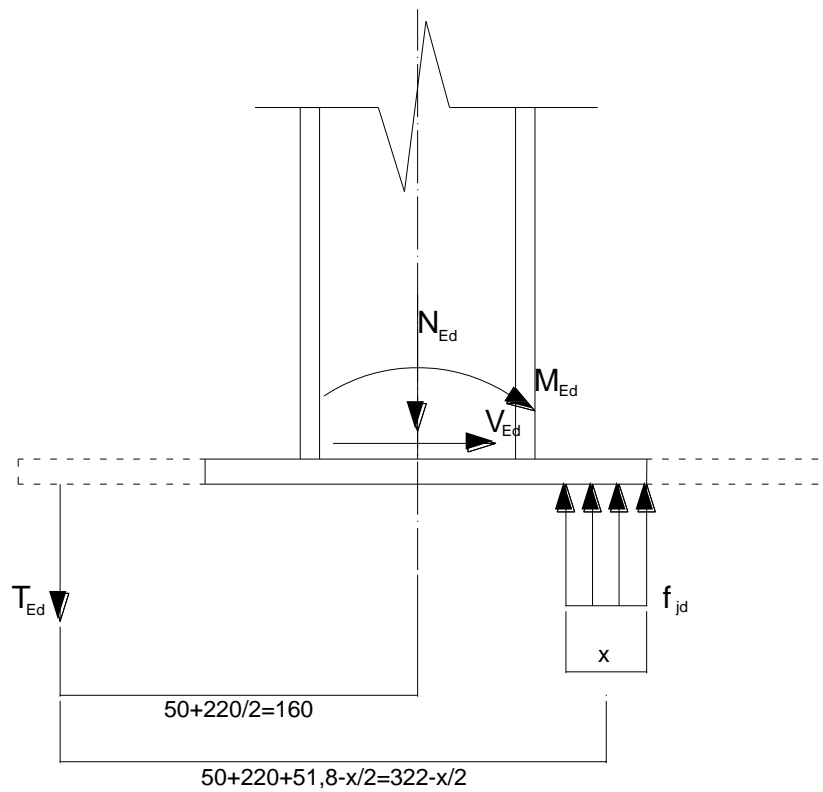
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



193. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 51,83 mm baino gehiago dituenek, konpresio karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



194. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 3 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armaturarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 160 + f_{jd} \cdot x \cdot 311 \cdot \left(322 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-9,81 \cdot 10^7 - 26441 \cdot 160 + 49 \cdot x \cdot 284 \cdot \left(315 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-1,02 \cdot 10^8 + 4,16 \cdot 10^6 \cdot x - 6887x^2 = 0$$

$$\begin{cases} x_1 = 599,01 \text{ mm} > 107,2 \text{ mm} \text{ Ez du balio} \\ x_2 = 24,55 \text{ mm} > 107,2 \text{ mm} \text{ balio du} \end{cases}$$

Ekuazioa ebatziz armaduraren esfortzua hurrengoa da:

$$-26441 - T_{Ed} + 49 \cdot 24,55 \cdot 284 = 0$$

$$T_{Ed} = 3,15 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiaren gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 49 \cdot 45,6 \cdot \frac{45,6}{2} = 50944,3 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{3,15 \cdot 10^5}{2} = 254032 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{35^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 76562,5 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed,1} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

$$M_{Ed,2} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

- **Balio minimoa duen hipotesiarekin:**

Konpresio hutsan aurkitzen da elementua:

Azalera efikaza honen azalera hurrengoa da:

$$A_p = 2 \cdot 107,2 \cdot 311,2 + 204 \cdot 100,7 = 87624,08 \text{ mm}^2$$

Zimenduko tentsioen kalkulua eta frogapena:

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{A_p} = \frac{55524}{87624,08} = 0,63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bete behar da:

$$0,63 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 55 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen da.}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiaren gaineko tentsioa:

$$\sigma = 0,63 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 0,63 \cdot 45,6 \cdot \frac{45,6}{2} = 658 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

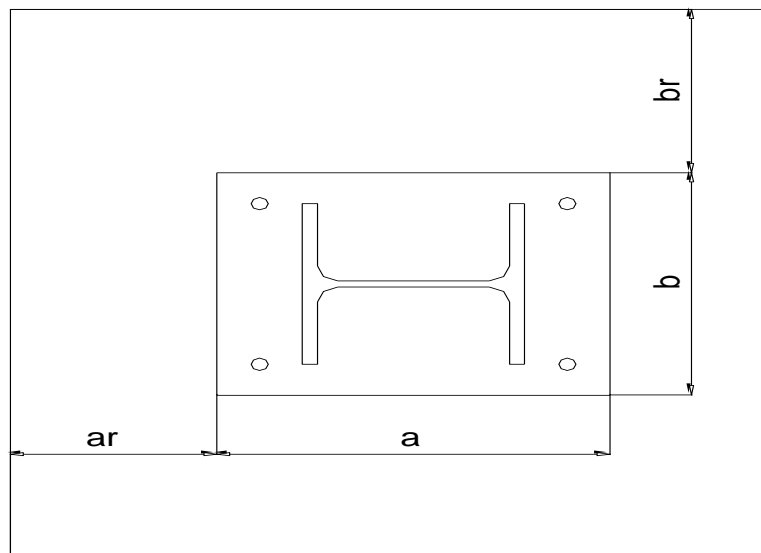
$$M_{p,Rd} = \frac{35^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 76562,5 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed} \leq M_{p,Rd} \quad \Rightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

6.5 – N1 eta N1' ainguraketa plakak:

Aurredimentsionaketa:



195. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimenduan

Plakaren dimentsioak:

a: 420mm

b: 320mm

Txaparen lodiera: 24 mm

Hormigoiaresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1070 \cdot 970}{420 \cdot 320}} = 2,78 \leq 5$$

$$a_1 = \begin{cases} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{cases} = \min \begin{cases} 2400 \\ 2100 \\ 1070 \\ 4850 \end{cases}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \begin{cases} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{cases} = \min \begin{cases} 2400 \\ 1600 \\ 970 \\ 5350 \end{cases}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,78 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 46 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

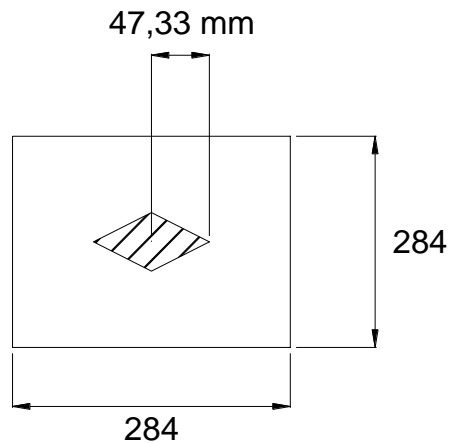
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{275}{1,1 \cdot 3 \cdot 46}} = 32 \text{ mm}$$

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

Balio maximoa duen hipotesiarekin:

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{6,5 \cdot 10^7}{26491} = 2482 \text{ mm}$$

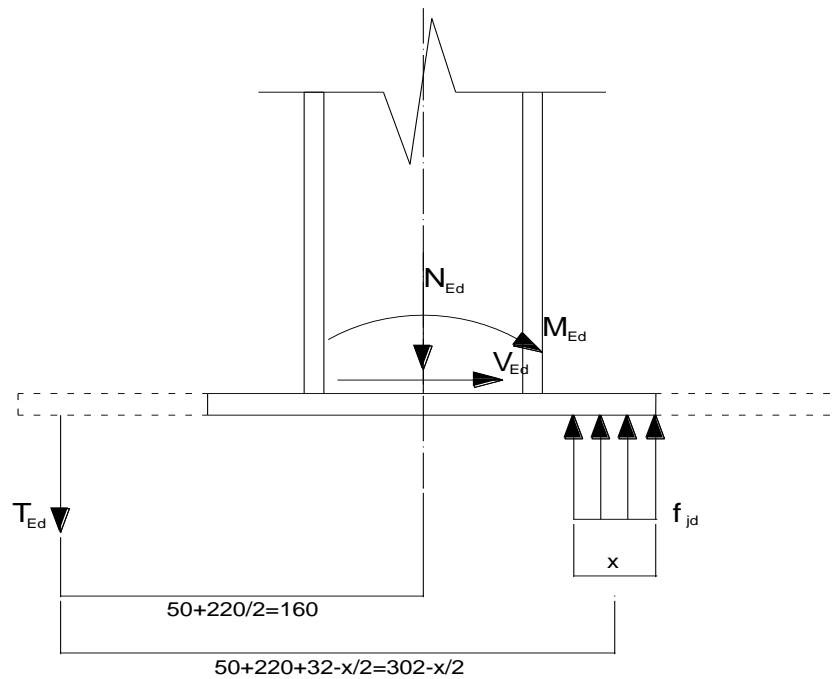
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



196. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 47,33 mm baino gehiago dituenez, konpresioko karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



197. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 284 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armadurarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 160 + f_{jd} \cdot x \cdot 284 \cdot \left(302 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-6,5 \cdot 10^7 - 26491 \cdot 160 + 46 \cdot x \cdot 284 \cdot \left(302 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-6,9 \cdot 10^7 + 3,9 \cdot 10^6 \cdot x - 6555x^2 = 0$$

$$\begin{cases} x_1 = 576,7\text{mm} > 80\text{mm} \text{ Ez du balio} \\ x_2 = 18,25\text{mm} > 80\text{mm} \text{ balio du} \end{cases}$$

Beraz, posible dene, $x < 85,3$ mm dimentsio bat lortzea hipotesietako plakaren dimentsioak egokiak.

Ekuazioa ebatziz armaduraren esfortzua hurrengoa da:

$$-26491 - T_{Ed} + 46 \cdot 18,25 \cdot 284 = 0$$

$$T_{Ed} = 2,19 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiairen gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 46 \cdot 32 \cdot \frac{32}{2} = 23552 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{\frac{2,19 \cdot 10^5}{284}}{2} = 19278,17 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{24^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 36000 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed,1} \leq M_{p,Rd} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

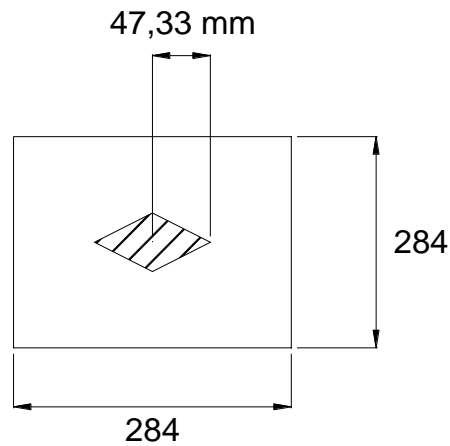
$$M_{Ed,2} \leq M_{p,Rd} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

Balio minimoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,13 \cdot 10^7}{33533} = 337 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



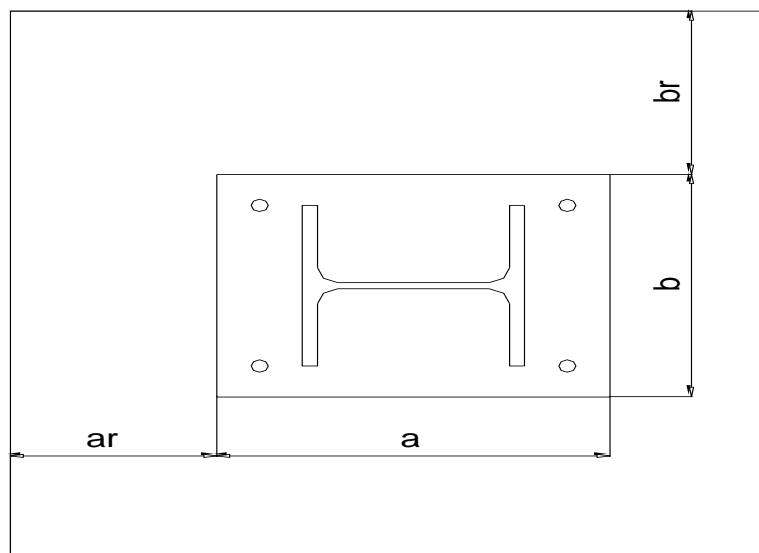
198. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 59,15mm baino gehiago dituen, konpresio karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Beste alde batetik, eszentrikotasuna balio maximodun hipotesian baino txikiagoa da, ondorioz txaparen lodiera lehen kalkulaturakoa izango da: 24 mm

6.6 – N7E ainguraketa plaka

Aurredimentsionaketa:



199. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimenduan

Plakaren dimentsioak:

a: 420mm

b: 320mm

Txaparen lodiera: 35 mm

Hormigoiaresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{970 \cdot 870}{420 \cdot 320}} = 2,5 \leq 5$$

$$a_1 = \begin{pmatrix} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 2400 \\ 2100 \\ 970 \\ 4350 \end{pmatrix}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \begin{pmatrix} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 2400 \\ 1600 \\ 870 \\ 4850 \end{pmatrix}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,5 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 41,6 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

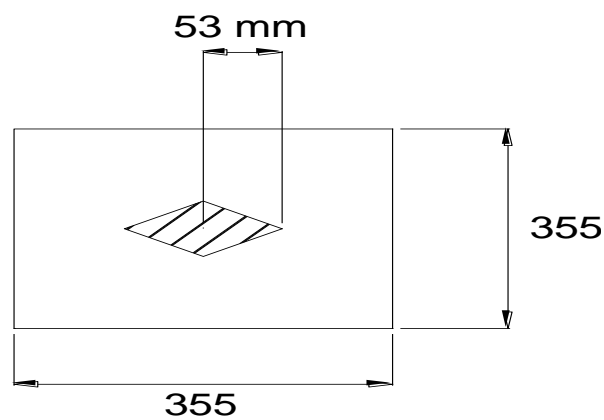
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 35 \cdot \sqrt{\frac{275}{3 \cdot 41,6}} = 49 \text{ mm}$$

Balio maximoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{9,81 \cdot 10^7}{149723} = 655,2 \text{ mm}$$

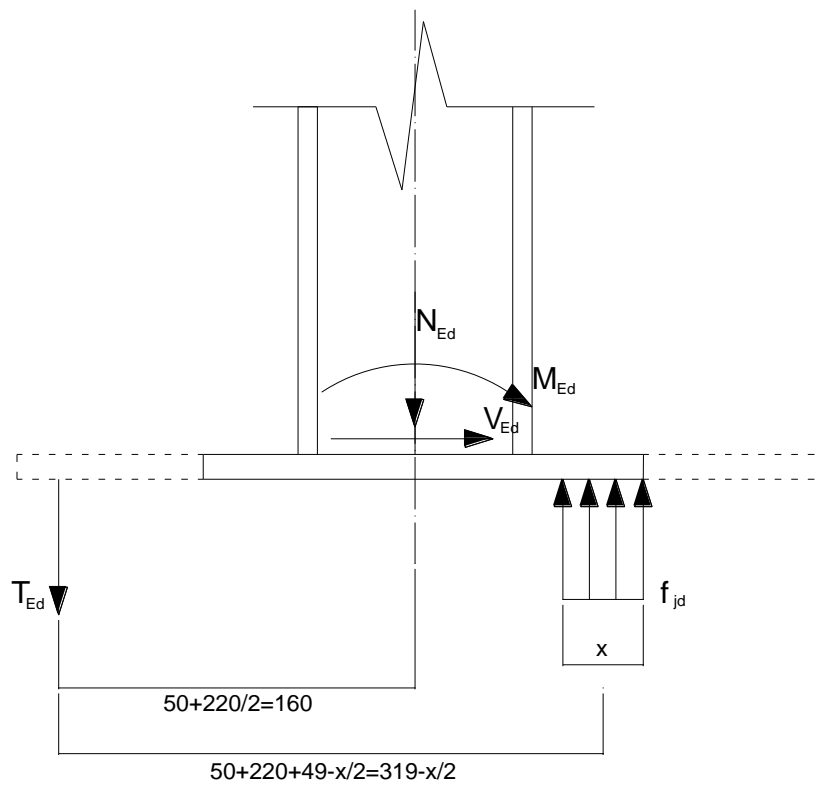
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



200. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 53,18 mm baino gehiago dituenaz, konpresio karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



201. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 318 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armadurarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 160 + f_{jd} \cdot x \cdot 318 \cdot \left(319 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-9,81 \cdot 10^7 - 149723 \cdot 160 + 41,6 \cdot x \cdot 318 \cdot \left(319 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-9,88 \cdot 10^7 + 4,23 \cdot 10^6 \cdot x - 6635x^2 = 0$$

$$\begin{aligned} x_1 & \neq 611\text{mm} < 114 \text{ mm Ez du balio} \\ x_2 & \neq 24,28\text{mm} > 114 \text{ mm balio du} \end{aligned}$$

Ekuazioa ebatziz armaduraren esfortzua hurrengoa da:

$$-149723 - T_{Ed} + 41,6 \cdot 24,28 \cdot 318 = 0$$

$$T_{Ed} = 171472 \text{ N}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiaren gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 41,6 \cdot 49 \cdot \frac{49}{2} = 49940,8 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{1,71 \cdot 10^5}{2} = 13443,4 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{35^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 76562,5 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed,1} \leq M_{p,Rd} \quad \Leftrightarrow \text{Betetzen du}$$

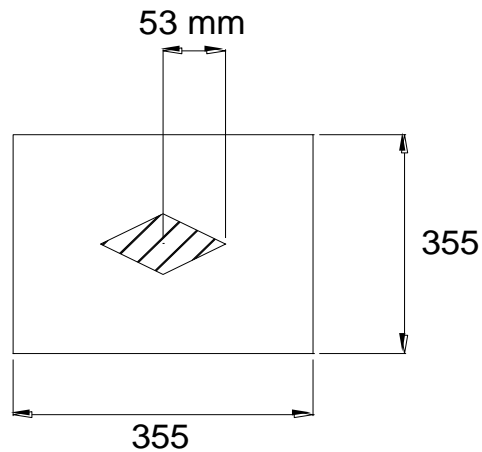
$$M_{Ed,2} \leq M_{p,Rd} \quad \Leftrightarrow \text{Betetzen du}$$

Balio minimoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

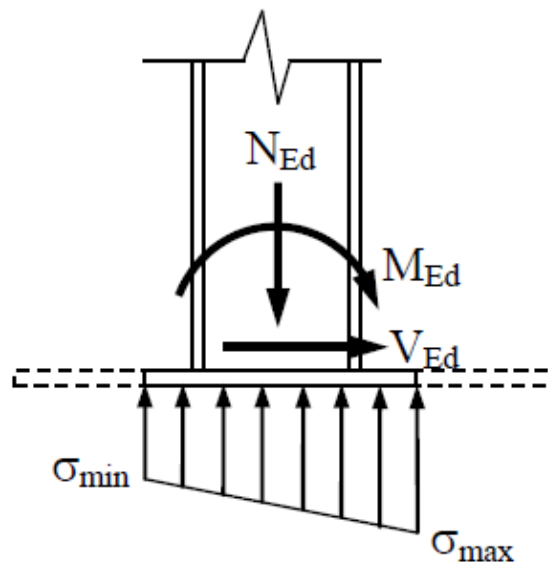
$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{6,8 \cdot 10^5}{163129} = 4,16 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



202. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 59,15mm baino gutxiago dituenek, konpresio karga erdiko nukleoaren barruan dago. Hau da, konpresio konposatua egoeran dabil lanean.



203. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Zimenduko tentsioen kalkulua eta frogapena:

Azalera efikazaren azalera hurrengoa da:

$$A_p = 2 \cdot 114 \cdot 318 + 121 \cdot 108,5 = 58632,5 \text{ mm}^2$$

Azalera efikazaren inerti momentua hurrengoa da:

$$I_p = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 318 \cdot 114^3 + 318 \cdot 114 \cdot \left(\frac{318}{2} + \frac{114}{2} \right)^2 \right] + \frac{1}{12} \cdot 108,5 \cdot 121^3$$

$$I_p = 3477,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

Tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot z_{\max}}{I_p}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{163129}{58632,5} + \frac{6,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{341}{2}}{3477,8 \cdot 10^6} = 2,81 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Bete behar da:

$$\sigma_{\max} \leq f_{jd}$$

$$2,81 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 55 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot (z_{\max} - c)}{I_p}$$

$$\sigma_{1-1} = \frac{163129}{58632,5} + \frac{6,8 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{341}{2} + 49\right)}{3477,8 \cdot 10^6} = 2,8 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Hormigoiazen gaineko tentsioak hauek dira:

$$\sigma_{\max} = 2,81 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{1-1} = 2,8 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Landapeneko luzera unitateko momentua hau da:

$$M_{Ed} = 2,8 \cdot 49 \cdot \frac{49}{2} + \frac{(2,81 - 2,8) \cdot 49}{2} \cdot \frac{2 \cdot 49}{3} = 3370 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

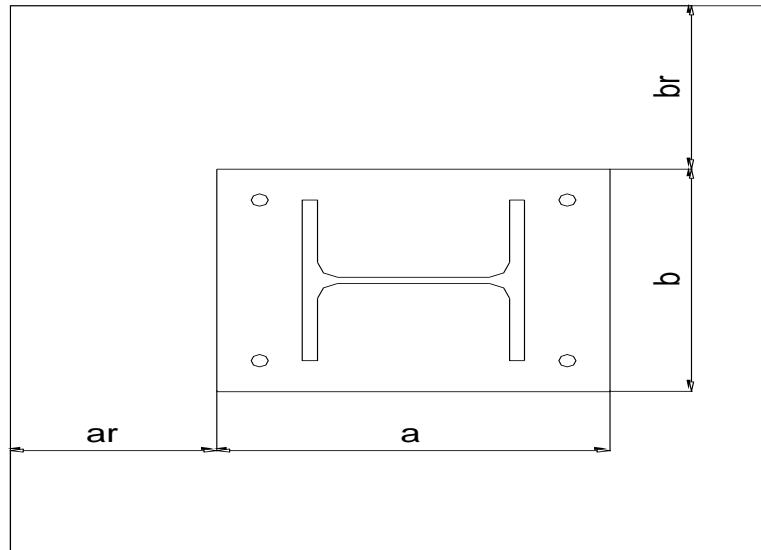
$$M_{p,Rd} = \frac{35^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 76562 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed} \leq M_{p,Rd} \quad \Leftrightarrow \quad \text{Betetzen du}$$

6.7 – N7 eta N7' ainguraketa plakak

Aurredimentsionaketa:



204. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimentuan

Plakaren dimentsioak:

- a: 440mm
- b: 340mm
- Txaparen lodiera: 30 mm

Hormigoiaresistentziaren kalkuluak:

Hormigoiaresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1040 \cdot 940}{440 \cdot 340}} = 2,55 \leq 5$$

$$a_1 = \left\{ \begin{array}{l} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1750 \\ 2200 \\ 1040 \\ 4700 \end{array} \right\}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \begin{cases} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{cases} = \min \begin{cases} 1750 \\ 1700 \\ 940 \\ 5200 \end{cases}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,55 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 42,5 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

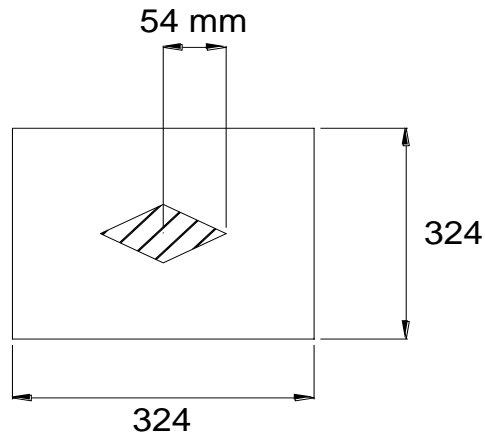
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{\frac{275}{1,1}}{3 \cdot 42,5}} = 42 \text{ mm}$$

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

Balio maximoa duen hipotesiarekin:

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{4,6 \cdot 10^7}{96320} = 477 \text{ mm}$$

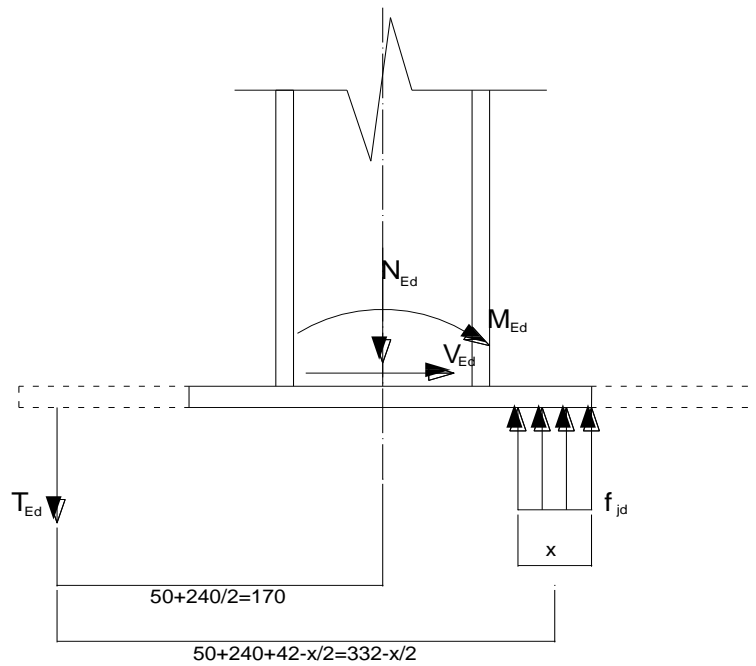
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



205. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 54 mm baino gehiago dituenaz, konpresioko karga erdiko nukleotik dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



206. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 324 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armaturarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 170 + f_{jd} \cdot x \cdot 324 \cdot \left(332 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$\begin{aligned} -4,66 \cdot 10^7 - 96320 \cdot 170 + 42,5 \cdot x \cdot 324 \cdot \left(332 - \frac{x}{2}\right) &= 0 \\ -6,29 \cdot 10^7 + 4,57 \cdot 10^6 \cdot x - 6885x^2 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} x_1 = 649,7 \text{ mm} > 101 \text{ mm} & \text{Ez du balio} \\ x_2 = 14,06 \text{ mm} > 101 \text{ mm} & \text{balio du} \end{cases}$$

Ekuazioa ebatziz armaturaren esfortzua hurrengoa da:

$$\begin{aligned} -96320 - T_{Ed} + 42,5 \cdot 14,06 \cdot 324 &= 0 \\ T_{Ed} &= 9,72 \cdot 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiairen gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 42,5 \cdot 42 \cdot \frac{42}{2} = 24990 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{9,72 \cdot 10^4}{324} = 7500 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{24^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 56250 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

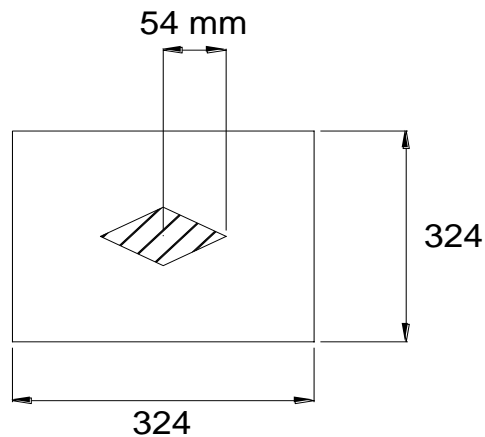
$$\begin{aligned} M_{Ed,1} &\leq M_{p,Rd} && \Rightarrow && \text{Betetzen du} \\ M_{Ed,2} &\leq M_{p,Rd} && \Rightarrow && \text{Betetzen du} \end{aligned}$$

Balio minimoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,42 \cdot 10^7}{93270} = 152,24 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



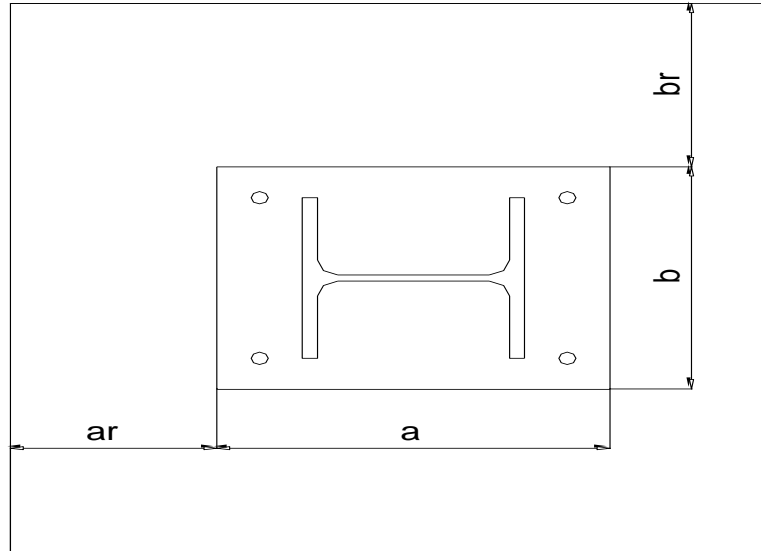
207. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 54 mm baino gutxiago dituenez, konpresioko karga erdiko nukleotik kanpo dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Beste alde batetik, eszentrikotasuna balio maximodun hipotesian baino txikiagoa da, ondorioz txaparen lodiera lehen kalkulaturakoa izango da: 30 mm

6.8 – N7B eta N7B' ainguraketa plakak

Aurreditamenduetarako:



208. Irudia: Ainguraketa plakaren kokalekua zimenduan

Plakaren dimentsioak:

Altuera: 340 mm
Zabalera: 240 mm
Txaparen lodiera: 15,5 mm

Hormigoaren erresistentziaren kalkuluak:

Hormigoaren erresistentzia hurrengoa da:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}$$

$$\beta_j = 2/3$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{890 \cdot 790}{340 \cdot 240}} = 2,93 \leq 5$$

$$a_1 = \left\{ \begin{array}{l} a + 2 \cdot a_r \\ 5 \cdot a \\ a + h \\ 5 \cdot b_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1700 \\ 890 \\ 3950 \end{array} \right\}$$

$$a_1 \geq a$$

$$b_1 = \left\{ \begin{array}{l} b + 2 \cdot b_r \\ 5 \cdot b \\ b + h \\ 5 \cdot a_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \\ 790 \\ 4450 \end{array} \right\}$$

$$b_1 \geq b$$

$$f_{ck} = 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} = \frac{25 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 16,67 \frac{N}{mm^2}$$

Beraz:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2,93 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$f_{jd} = 48,8 \frac{N}{mm^2} \leq 55 \frac{N}{mm^2}$$

Azalera efikazaren kalkulua:

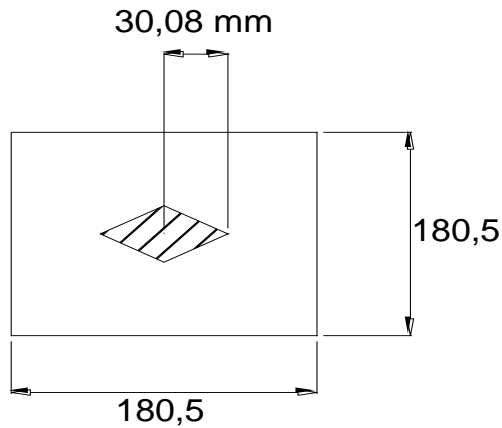
$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 15,5 \cdot \sqrt{\frac{\frac{275}{1,1}}{3 \cdot 48,8}} = 20,25 \text{ mm}$$

Balio maximoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{7,36 \cdot 10^6}{141547} = 51,99 \text{ mm}$$

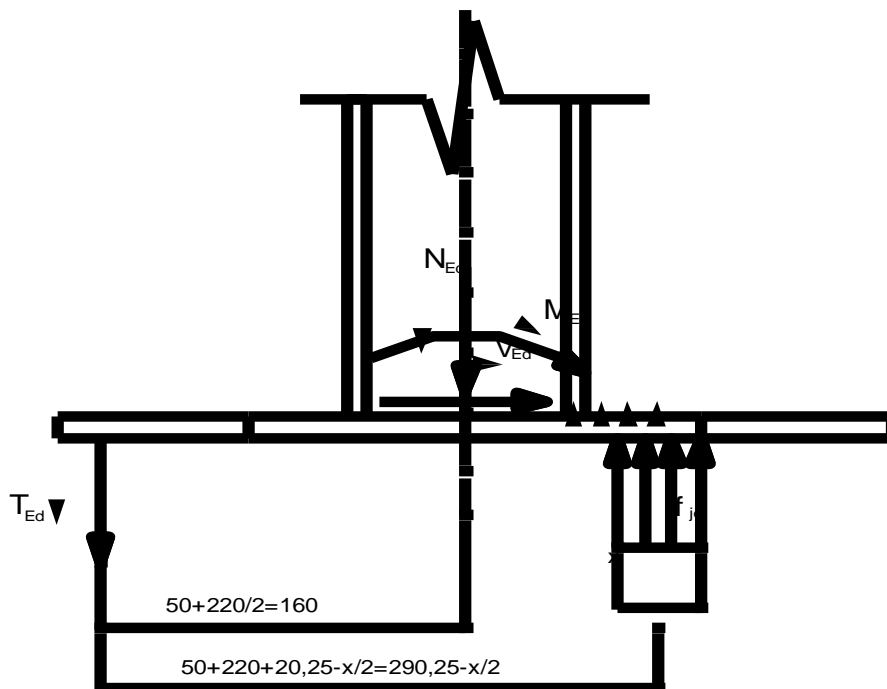
Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



209. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 30,08 mm baino gehiago dituenek, konpresio karga erdiko nukleotik kanpo dago. Hau da, makurdura-konpresio egoeran dabil lanean.

Zimenduetako tentsioen ikasketa:



210. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan.

Estatikaren ekuazioak aplikatuz:

- Indarren oreka norabide bertikalean:

$$-N_{Ed} - T_{Ed} + f_{jd} \cdot x \cdot 180,5 = 0$$

- Momentuen oreka trakzioko armadurarekiko bertikalean:

$$-M_{Ed} - N_{Ed} \cdot 120 + f_{jd} \cdot x \cdot 180,5 \cdot \left(210,25 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Datuak ordezkatzuz:

$$-7,36 \cdot 10^6 - 141547 \cdot 120 + 48,8 \cdot x \cdot 180,5 \cdot \left(210,25 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$-2,4 \cdot 10^7 + 1,8 \cdot 10^6 \cdot x - 4404 \cdot x^2 = 0$$

$$\begin{cases} x_1 = 407 \text{ mm} > 52,5 \text{ mm} \text{ Ez du balio} \\ x_2 = 13,5 \text{ mm} > 52,5 \text{ mm} \text{ balio du} \end{cases}$$

Ekuazioa ebatziz armaduraren esfortzua hurrengoa da:

$$141547 - T_{Ed} + 48,8 \cdot 13,8 \cdot 180,5 = 0$$

$$T_{Ed} = 142400\text{N}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

Hormigoiaren gaineko tentsioa hurrengoa da:

1-1 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,1} = f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 48,8 \cdot 20,25 \cdot \frac{20,25}{2} = 10005,5 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

2-2 landapeneko luzera unitateko momentua:

$$M_{Ed,2} = 50 \cdot \frac{2,5 \cdot 10^4}{180,5} = 6925,2 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Hurrengoa daukagu:

$$M_{p,Rd} = \frac{15,5^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 15015,6 \frac{\text{mm} \cdot \text{N}}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

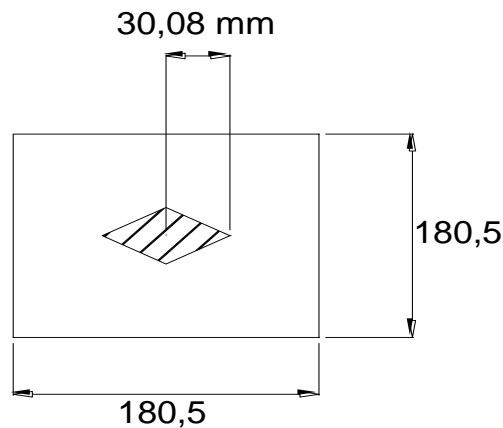
$$\begin{aligned} M_{Ed,1} &\leq M_{p,Rd} && \Rightarrow && \text{Betetzen du} \\ M_{Ed,2} &\leq M_{p,Rd} && \Rightarrow && \text{Betetzen du} \end{aligned}$$

Balio minimoa duen hipotesiarekin:

Eszentrikotasuna azalera efikazaren ediko nukleoaren kokalekua.

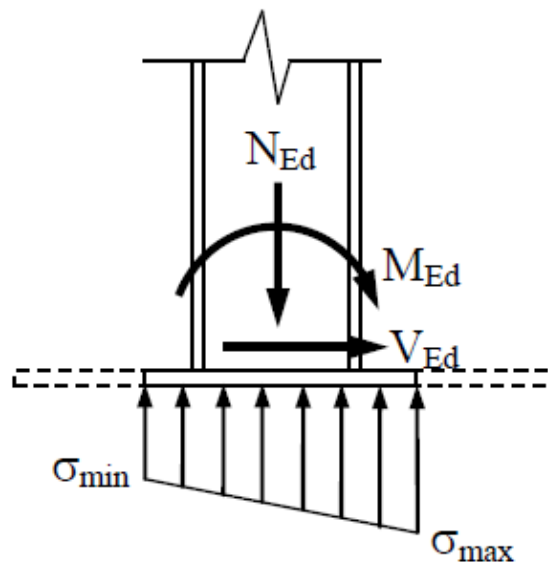
$$e_1 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{3,4 \cdot 10^5}{140766} = 2,41 \text{ mm}$$

Azalera errektangeluarra hurrengoa da, bere erdiko nukleoarekin:



211. Irudia: Azalera errektangeluarraren irudikapena.

e_1 eszentrikotasunak 30,05 mm baino gutxiago dituenez, konpresioiko karga erdiko nukleoaren barruan dago. Hau da, konpresio konposatua egoeran dabil lanean.



212. Irudia: Kargen banaketa ainguraketa plakan. (Iturria: Egituren Teknologia 1)

Zimenduko tentsioen kalkulua eta frogapena:

Azalera efikazaren azalera hurrengoa da:

$$A_p = 2 \cdot 52,5 \cdot 180,5 + 99,5 \cdot 47,5 = 23678,75 \text{ mm}^2$$

Azalera efikazaren inertzia momentua hurrengoa da:

$$I_p = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 180,5 \cdot 52,5^3 + 180,5 \cdot 52,5 \cdot \left(\frac{99,5}{2} + \frac{52,5}{2} \right)^2 \right] + \frac{1}{12} \cdot 47,5 \cdot 99,5^3$$

$$I_p = 117,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

Tentsio normal maximoak hurrengoak dira:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot z_{\max}}{I_p}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{140766}{23678,75} + \frac{3,4 \cdot 10^5 \cdot \frac{180,5}{2}}{117,7 \cdot 10^6} = 6,2 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Bete behar da:

$$\sigma_{\max} \leq f_{jd}$$

$$6,2 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 55 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Plakaren zurruntasunaren frogapena:

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed} \cdot (z_{\max} - c)}{I_p}$$

$$\sigma_{1-1} = \frac{140766}{23678,75} + \frac{3,4 \cdot 10^5 \left(\frac{180,5}{2} - 20,25 \right)}{117,7 \cdot 10^6} = 6,14 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Hormigoiaren gaineko tentsioak hauek dira:

$$\sigma_{\max} = 6,2 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{1-1} = 6,14 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Landapeneko luzera unitateko momentua hau da:

$$M_{Ed} = 6,2 \cdot 20,25 \cdot \frac{20,25}{2} + \frac{(6,2 - 6,14) \cdot 20,25}{2} \cdot \frac{2 \cdot 20,25}{3} = 1405,7 \frac{\text{mm} \cdot N}{\text{mm}}$$

$$M_{p,Rd} = \frac{15,5^2 (\text{mm})^2 \cdot \frac{275}{1,1}}{4} = 15015,6 \frac{\text{mm} \cdot N}{\text{mm}}$$

Bete behar da:

$$M_{Ed} \leq M_{p,Rd} \iff \text{Betetzen du}$$

Zimendu guztiek betetzen dituzte CTE-ak ezarritako balioak.

6.9 Ainguraketa plaken soldadura

Ainguraketa plaka eta zutabeen arteko loturak, sartze osoko soldadurak izango dira, CTE-ren arabera, soldadurazko lotura mota hauek ez dira kalkuluen bidez konprobaru beharko, eta hauen erresistentzia, lotura gauzatuko duten elementuen erresistentzia txikiena duen piezaren menpekoa izango da.

7 Zimentazioa

Zimenduen kalkulua egiteko CYPECAD programa erabili da. Lehenengo eta behin programa honetan eraikinaren diseinua egin da, eskuz egindako kalkuluek iradokitzen dizkiguten neurriekin. Beste alde batetik egiturak jasan behar dituen kargak ere kontutan hartu dira.

Programan sartutako datu guztiak kalkulatzeko direnean aukeratutako perfilak egokiak direla egiaztatzen da, hauen kargak zimenduetan izango duten eragina kontutan izateko.

Behin guzti hau kontutan izanda, zimenduak kalkulatzeko dira.

Behin kalkulu guztiak eginda, programak sortu diren akatsak emango dizkigu, eta bukatzeko hauek zuzendu beharko dira, egiaztapen guztiak bete arte.

7.1 Datu orokorrak:

Eraikuntza dimentsionatzeko CTE eta EHE-08 araudiak hartu dira kontuan.

7.1.2 Kargak:

Pisu propioa ez da sartu behar, programak kontuan hartzen du erabiltzen diren materialen arabera.

Kanpoko Egitura	
- CM: Sandwich Panela	0,018 T/m ²
- Q: Erabilpen Gainkarga:	0,04 T/m ²
- Q: Elurra:	0,03 T/m ²
Barruko Egitura	
- CM: Plaka Albeolarra	0,963 T/m ²
- CM: Pladurra	0,034 T/m ²
- Q: Erabilpen Gainkarga	0,2 T/m ²

- **Haizea:**

Haizearen kargak CYPECAD programak ezarriko ditu kokapen geografikoaren arabera.

- **Sismoak:**

Azelerazio sismiko sinplearen balioa $a_b < 0,04g$ da eta araudiaren arabera, $0,04g$ baino txikiago dituzten zonaldeetan, lurrikaren akzioak aplikatzea derrigorrezkoa ez denez, ez da akzio hau kontuan hartuko.

- **Sua:**

Ez da suaren efektua kontutan hartu, kalkulu hauek zimenduaren diseinurako direlako.

7.2 Proiektu egoerak:

Segurtasuna, egituraren bertan edo egituraren atalen batean akatsik ez ematearen gaineko bermea da, hala nola: zimendapenetatik eratorritako hutsak edo hauetan eragin dezaketenak, habe zein forjatuaren gainekoak edota zuzenean egituraren erresistentzia mekanikoa eta egonkortasuna baldintza dezaketenak.

Egituraren ezaugarri eta aurreikusitako erabilpena direla eta, ez da egituraren diseinu edo kalkulua baldintzatuko duen eskakizun berezirik kontuan hartu behar.

Hau horrela izanik, DB-SE araudiaren arabera edozein eraikinek bete beharreko baldintza, hurrengoa da:

Azken Muga Egoerak (AME): eraikinaren gaitasuna gainditzearen ondorioa, non egiturak bere osotasunean edo partzialki huts egingo duen. Muga egoera hau gainditzeak ondorio oso larriak suposatzen ditu, bai kalte materialak eta bai gizabanakoen gaineko zoritxarrak. Proiektuan emango diren egoera desberdinetan, hurrengo hipotesi konbinazioak hartuko dira kontutan:

Konbinazio koefizienteekin

Konbinazio koefiziente gabe

- **Non:**

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

7.2.1 Segurtasun koefiziente partzialak (γ) eta konbinazio koefiziente partzialak (Ψ)

- Apurketaren A.M.E.. Altzairuan: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

- Lurrazalaren gaineko tentsioak

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

- **Apurketaren A.M.E. Hormigoia zementazioetan: EHE-08 / CTE DB-SE C**

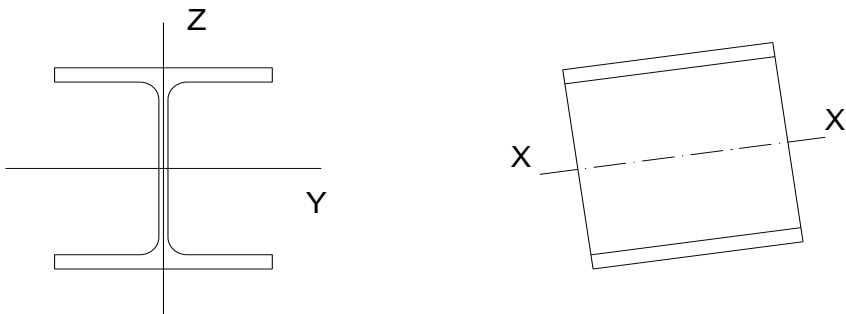
Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

- **Desplazamenduak**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



79. Irudia: HEB 240 Perfilak (Iturria: ArcelorMittal)

- Sandwich panela:

Estalkiaren pisua $0,18\text{KN/m}^2$ -koa da

Z ardatza:

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot \cos(8) = 0,89\text{KN/m}$$

X ardatza

$$0,18\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot \sin(8) = 0,125\text{KN/m}$$

- Estalkietako petralen perfilak:

UPN 140 perfilaren pisua: $0,16\text{KN/m}$

Z ardatza:

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot \cos(8) = 0,58\text{KN/m}$$

X ardatza

$$\frac{0,16\text{KN/m} \cdot 5\text{m}}{1,35\text{m}} \cdot \sin(8) = 0,08\text{KN/m}$$

- Ke erauzgailua:

Z ardatza

$$0,12 \cdot \cos(8) = 0,12 \text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,12 \cdot \sin(8) = 0,01 \text{KN/m}$$

Jazenak egiteko HEB240 perfilak erabiliko dira.

HEB 240 perfilaren pisua: 0,832KN/m

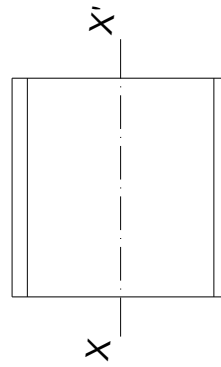
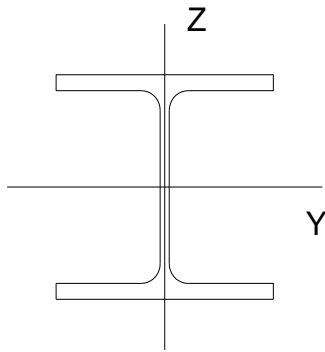
Z ardatza

$$0,832 \cdot \cos(8) = 0,82 \text{KN/m}$$

X ardatza:

$$0,832 \cdot \sin(8) = 0,11 \text{KN/m}$$

Zutabeetan bermatutako kargak:



- 80. Irudia: HEB 260 Perfila (Iturria: ArcelorMittal)

- Fatxadako luzetarako korreak:

Korreak egiteko UPN 140 perfilak erabiliko dira

UPN140 korren pisua 0,16KN/m

Z ardatza

$$0,16 \cdot \text{KN/m} \cdot 5\text{m} = 0,8 \text{KN}$$

- Fatxadako Sandwich panela:

Fatxadako itxiduraren pisua $0,102\text{KN/m}^2$

X ardatza

$$\frac{0,102\text{KN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot 9\text{m}}{7 \text{ korrea}} = 0,655\text{KN}$$

Zutabeak egiteko HEB260 perfilak proposatuko dira.

HEB 260 perfilaren pisua: $0,93\text{KN/m}$

X ardatza

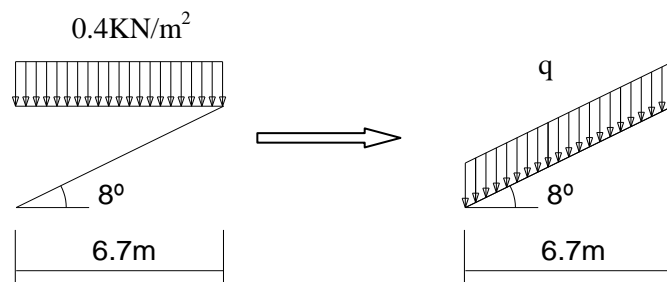
$0,93 \text{ KN/m}$

- **Karga aldakorrak:**

Jazenetan eragiten dituzten kargak:

- Erabilpen gainkarga:
- *Uniformeki banatutako karga:*

Karga honen balioa 0.4KN/m^2 da gainazal horizontalarekiko.



81. Irudia: Erabilpen gainkargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 6.7\text{m} = q \cdot \frac{6.7\text{m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,39 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,39 \text{ KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 5 \text{ m} = 1,93 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

$$0,39 \text{ KN/m} \cdot \sin(8) \cdot 5 \text{ m} = 0,27 \text{ KN/m}$$

- *Karga puntuala:*

Karga honen balioa 1 KN -ekoa da.

Z ardatza:

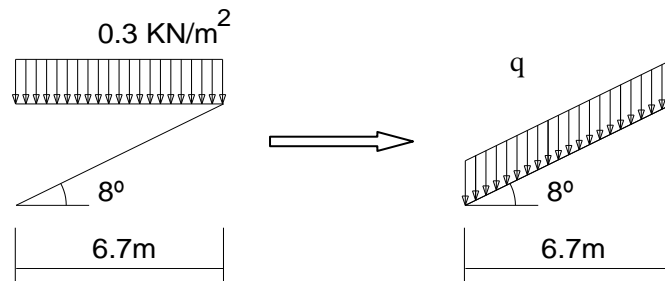
$$1 \text{ KN} \cdot \cos(8) = 0,99 \text{ KN}$$

X ardatza:

$$1 \text{ KN} \cdot \sin(8) = 0,13 \text{ KN}$$

- Elurra:

Karga honen balioa $0,3 \text{ KN/m}^2$ da gainazal horizontalarekiko.



82. Elur kargaren banaketa plano inklinatuan.

$$0,3 \text{ KN/m}^2 \cdot 6,7 \text{ m} = q \cdot \frac{6,7 \text{ m}}{\cos(8^\circ)}$$

$$q = 0,29 \text{ KN/m}^2$$

Z ardatza:

$$0,29 \text{ KN/m} \cdot \cos(8) \cdot 5 \text{ m} = 1,47 \text{ KN/m}$$

X ardatza:

$$0,29\text{KN/m} \cdot \text{sen}(8) \cdot 5\text{m} = 0,20\text{KN/m}$$

7.3 - Isolatutako zapatak

7.3.1 - Zapaten deskribapena

Referencias	Geometría	Armado
N7 y N7'	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 87.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 175.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 9Ø12c/18 Sup Y: 9Ø12c/18 Inf X: 9Ø12c/18 Inf Y: 9Ø12c/18
N6 y N6'	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 117.5 cm Ancho final X: 117.5 cm Ancho final Y: 117.5 cm Ancho zapata X: 235.0 cm Ancho zapata Y: 235.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 13Ø12c/18 Sup Y: 13Ø12c/18 Inf X: 13Ø12c/18 Inf Y: 13Ø12c/18
N2, N2', N3, N3', N4, N4', N5 y N5'	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 140.0 cm Ancho inicial Y: 140.0 cm Ancho final X: 140.0 cm Ancho final Y: 140.0 cm Ancho zapata X: 280.0 cm Ancho zapata Y: 280.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 11Ø16c/25 Sup Y: 11Ø16c/25 Inf X: 11Ø16c/25 Inf Y: 11Ø16c/25
N1 y N 1'	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 120.0 cm Ancho inicial Y: 120.0 cm Ancho final X: 120.0 cm Ancho final Y: 120.0 cm Ancho zapata X: 240.0 cm Ancho zapata Y: 240.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 14Ø12c/17 Sup Y: 14Ø12c/17 Inf X: 14Ø12c/17 Inf Y: 14Ø12c/17
N1E	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 130.0 cm Ancho inicial Y: 130.0 cm Ancho final X: 130.0 cm Ancho final Y: 130.0 cm Ancho zapata X: 260.0 cm Ancho zapata Y: 260.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 17Ø12c/15 Sup Y: 17Ø12c/15 Inf X: 17Ø12c/15 Inf Y: 17Ø12c/15

Referencias	Geometría	Armado
N7E	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 120.0 cm Ancho inicial Y: 120.0 cm Ancho final X: 120.0 cm Ancho final Y: 120.0 cm Ancho zapata X: 240.0 cm Ancho zapata Y: 240.0 cm Canto: 55.0 cm	Sup X: 12Ø12c/20 Sup Y: 12Ø12c/20 Inf X: 12Ø12c/20 Inf Y: 12Ø12c/20
N7B, N7B', N6B, N6B' y N6BE	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 55.0 cm Ancho inicial Y: 55.0 cm Ancho final X: 55.0 cm Ancho final Y: 55.0 cm Ancho zapata X: 110.0 cm Ancho zapata Y: 110.0 cm Canto: 55.0 cm	Sup X: 5Ø12c/20 Sup Y: 5Ø12c/20 Inf X: 5Ø12c/20 Inf Y: 5Ø12c/20

177. Taula: Zapaten deskribapena

7.3.2 Zapaten Konprobaketak

Referencia: N7'		
Dimensiones: 175 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.43 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.414 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.993 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 23.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.61 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.04 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.60 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.70 t	Cumple

Referencia: N7'		
Dimensiones: 175 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 12.09 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7':	Mínimo: 44 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N7'		
Dimensiones: 175 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N6'		
Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.336 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.309 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.66 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 32.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 50.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.64 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.81 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.53 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.74 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 17.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		

Referencia: N6'		
Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N6:	Mínimo: 44 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 46 cm	Cumple

Referencia: N6'		
Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N5		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.339 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.346 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.68 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1664.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.34 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.35 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.51 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 16.16 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.05 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N5:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N5		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple

Referencia: N5		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N5'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.327 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.655 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1651.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.47 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.65 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.60 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 15.51 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.4 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N5':	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple

Referencia: N5'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N4		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.341 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.683 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 1643.9 % Reserva seguridad: 12.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 2.38 t·m Momento: 15.59 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 1.55 t Cortante: 16.33 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.58 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N4:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0005 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N4		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N4'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.328 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N4'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.658 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1628.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.48 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.73 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.60 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 15.62 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.4 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N4':	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N4'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.341 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.683 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1618.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.1 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 2.39 t·m Momento: 15.58 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 1.55 t Cortante: 16.31 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.58 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: N3		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.328 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.658 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1630.1 %	Cumple

Referencia: N3'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.47 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.72 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.60 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 15.61 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.4 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3':	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: N3'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N2		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.33 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.661 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 774.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 11.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.34 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.65 t·m	Cumple

Referencia: N2		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.51 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 15.11 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.05 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N2:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: N2		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N2'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.318 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.345 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.638 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 781.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 11.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.45 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.03 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.58 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 14.68 t	Cumple

Referencia: N2'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 6.34 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N2':	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N2'		
Dimensiones: 280 x 280 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N1		
Dimensiones: 240 x 240 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.3 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.216 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.766 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 32.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 14.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.92 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 8.04 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.41 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 9.49 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.86 t/m ²	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 240 x 240 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 44 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 240 x 240 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N1'		
Dimensiones: 240 x 240 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.289 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.216 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.766 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 32.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 18.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.93 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.46 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.41 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.54 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.88 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1'	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple

Referencia: N1'		
Dimensiones: 240 x 240 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N1'		
Dimensiones: 240 x 240 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N1E		
Dimensiones: 260 x 260 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.343 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.242 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.687 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 633.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 12.03 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 2.51 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 12.21 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.86 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 5.09 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1E:	Mínimo: 65 cm Calculado: 68 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple

Referencia: N1E		
Dimensiones: 260 x 260 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N7E		
Dimensiones: 240 x 240 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.298 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.287 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.62 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 13.9 % Reserva seguridad: 861.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 7.99 t·m Momento: 3.56 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 9.80 t Cortante: 3.71 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 16.35 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7E:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N7E		
Dimensiones: 240 x 240 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N6B		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.693 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.713 kp/cm ²	 Cumple Cumple

Referencia: N6B		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.567 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 175.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.17 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.59 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 19.7 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6B:	Mínimo: 30 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
	Máximo: 30 cm	

Referencia: N6B Dimensiones: 110 x 110 x 55 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N6BE Dimensiones: 110 x 110 x 55 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: N6BE		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.667 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.63 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.83 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 43.9 % Reserva seguridad: 14.9 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.40 t·m Momento: 1.44 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 0.00 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 18.16 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N6BE	Mínimo: 40 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N6BE		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N6BE		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N6B'		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.686 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.67 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.541 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 174.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 28.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.19 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 19.86 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6B':	Mínimo: 30 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple

Referencia: N6B'		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N6B'		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N7		
Dimensiones: 175 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.437 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.434 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.008 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 24.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.60 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.06 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.57 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.63 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 12.18 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N7:	Mínimo: 44 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	

Referencia: N7		
Dimensiones: 175 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N7		
Dimensiones: 175 x 175 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N6		
Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.328 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.308 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.679 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 33.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 46.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.59 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.24 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.49 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.18 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 16.53 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple

Referencia: N6		
Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.0011</p> <p>Mínimo: 0.0003</p> <p>Mínimo: 0.0005</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p> <p>Calculado: 46 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N7B		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.754 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.736 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.878 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 50.8 % Reserva seguridad: 64.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.54 t·m Momento: 1.54 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 0.00 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 20.39 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7B:	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N7B		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N7B'		

Dimensiones: 110 x 110 x 55 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.76 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.76 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.922 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 49.5 % Reserva seguridad: 58.7 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.54 t·m Momento: 1.56 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 0.00 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 20.39 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7B':	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N7B'		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N7B'		
Dimensiones: 110 x 110 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-		
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

178. Taula: Zapaten konprobaketa.

7.4 Lotura habeak

7.4.1 Lotura haben deskribapena

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N6B'-N6BE], C.1 [N6BE-N6B], C.1 [N7B'-N7E] y C.1 [N7B-N7BE]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N6B'-N6'], C.1 [N7B'-N7'], C.1 [N7B-N7] y C.1 [N6-N6B]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N4-N5], C.1 [N7B-N6B], C.1 [N1'-N2'], C.1 [N5'-N6'], C.1 [N2'-N3'], C.1 [N7B'-N6B'], C.1 [N6'-N7'], C.1 [N6-N5], C.1 [N2-N3], C.1 [N4'-N5'], C.1 [N6-N7], C.1 [N3-N4], C.1 [N6BE-N7BE], C.1 [N1-N2] y C.1 [N3'-N4']	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N1E-N1] y C.1 [N1E-N1']	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

179. Taula: Lotura haben deskribapena.

7.4.2 Lotura haben neurketa

Referencias: C.1 [N6B'-N6BE], C.1 [N6BE-N6B], C.1 [N7B'-N7E] y C.1 [N7B-N7BE]		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x3.30 2x2.93	6.60 5.86
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x3.30 2x2.93	6.60 5.86
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.33 8x0.52		10.64 4.20
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	10.64 4.20	13.20 11.72	15.92
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	11.70 4.62	14.52 12.89	17.51

Referencias: C.1 [C.1 [N6B'-N6'], C.1 [N7B'-N7'], C.1 [N7B-N7] y C.1 [N6-N6B]		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x3.8 0 2x3.3 7	7.60 6.75

Referencias: C.1 [C.1 [N6B'-N6'], C.1 [N7B'-N7'], C.1 [N7B-N7] y C.1 [N6-N6B]		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.80	7.60
	Peso (kg)		2x3.37	6.75
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.33		9.31
	Peso (kg)	7x0.52		3.67
Totales	Longitud (m)	9.31	15.20	17.17
	Peso (kg)	3.67	13.50	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.24	16.72	18.89
	Peso (kg)	4.04	14.85	

Referencias: C.1 [N4-N5], C.1 [N7B-N6B], C.1 [N1'-N2'], C.1 [N5'-N6'], C.1 [N2'-N3'], C.1 [N7B'-N6B'], C.1 [N6'-N7'], C.1 [N6-N5], C.1 [N2-N3], C.1 [N4'-N5'], C.1 [N6-N7], C.1 [N3-N4], C.1 [N6BE-N7BE],		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	9x1.33		11.97
	Peso (kg)	9x0.52		4.72
Totales	Longitud (m)	11.97	21.20	23.54
	Peso (kg)	4.72	18.82	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	13.17	23.32	25.89
	Peso (kg)	5.19	20.70	

Referencias: C.1 [N1E-N1] y C.1 [N1E-N1']		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.80	13.60
	Peso (kg)		2x6.04	12.07
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.80	13.60
	Peso (kg)		2x6.04	12.07
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	15x1.33		19.95
	Peso (kg)	15x0.52		7.87
Totales	Longitud (m)	19.95	27.20	32.01
	Peso (kg)	7.87	24.14	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	21.95	29.92	35.21
	Peso (kg)	8.66	26.55	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, Ys=1.1 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N6B'-N6BE], C.1 [N6BE-N6B], C.1 [N7B'-N7E] y C.1 [N7B-N7E]	4x4.62	4x12.89	70.04	4x0.30	4x0.08
Referencias: C.1 [N6B'-N6'], C.1 [N7B'-N7'], C.1 [N7B-N7] y C.1 [N6-N6B]	4x4.04	4x14.85	75.56	4x0.28	4x0.07
Referencias: C.1 [N4-N5], C.1 [N7B-N6B], C.1 [N1'-N2'], C.1 [N5'-N6'], C.1 [N2'-N3'], C.1 [N7B'-N6B'], C.1 [N6'-N7'], C.1 [N6-N5], C.1 [N2-N3], C.1 [N14'-N5'], C.1 [N6-N7], C.1 [N3-N4], C.1 [N6BE-N7E], C.1 [N1-N2] y C.1 [N3'-N4']	15x5.19	15x20.70	388.35	15x0.35	15x0.09
Referencias: C.1 [N1E-N1] y C.1 [N1E-N1']	2x8.66	2x26.55	70.42	2x0.64	2x0.16
Totales	129.81	474.56	604.37	8.91	2.23

180. Taula: Lotura haben neurketa.

7.4.1 Lotura haben konprobaketa

Referencia: C.1 [N6B'-N6BE] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2 Ø12		
-Armadura inferior: 2 Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N6BE-N6B] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2 Ø12		
-Armadura inferior: 2 Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple

Referencia: C.1 [N6BE-N6B] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N7B'-N7BE] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7B-N7BE] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N6B'-N6'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7B'-N7'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N7B-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N6-N6B] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N4-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7B-N6B] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N1'-N2'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N5'-N6'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N2'-N3'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N7B'-N6B'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N6'-N7'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N6-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N2-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N4'-N5'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N6-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N3-N4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N6BE-N7BE] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N1-N2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N3'-N4'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N1E-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N1E-N1'] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Referencia: C.1 [N1E-N1'] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2 Ø12		
-Armadura inferior: 2 Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado

181. Taula: Lotura habeen konprobaketa.

