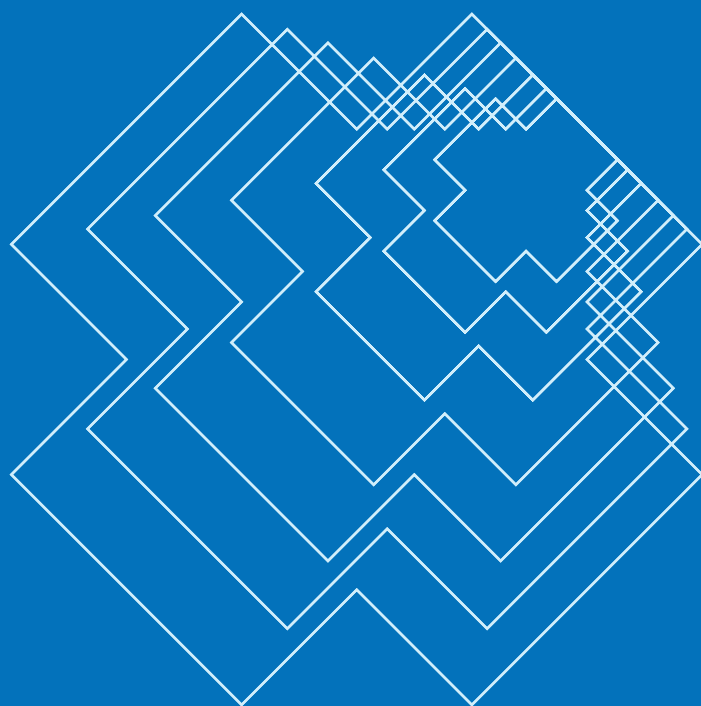
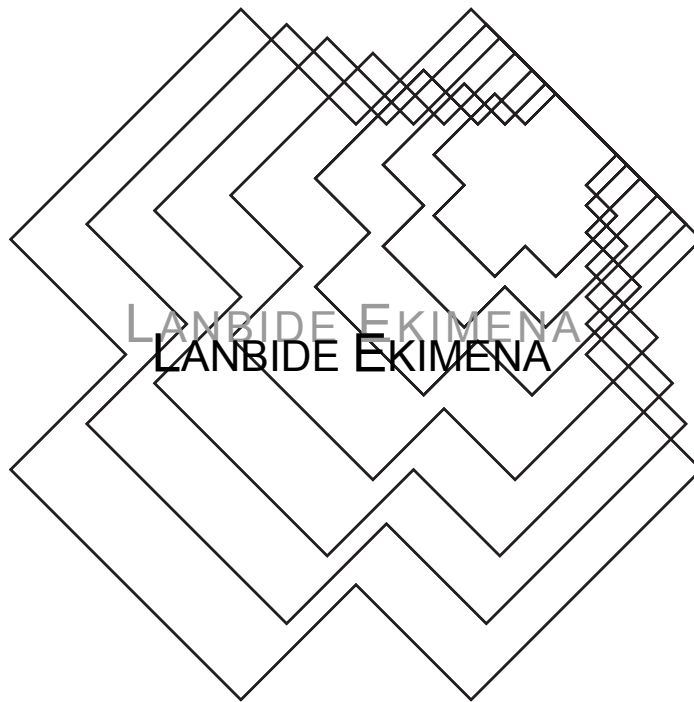




Materialen erresistentzia ARIKETAK



LANBIDE
EKIMENA



▣ **Proiektuaren bultzatzaileak**



ikasLAN
Gipuzkoa



ikasLAN
Bizkaia



ikasLAN
Araba

▣ **Laguntzaileak**



HEZIKUNTA, UNIBERTSITATE
ETA IKASLETA SAILA
LANBIDE HEZIKETA
DIBISIONAREN
DIBISIONAREN

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN
DIRECCIÓN DE
FORMACIÓN PROFESIONAL



Bizkaiko Foru
Aldundia

Lan eta Trebakuntza Saila

Diputación Foral
de Bizkaia

Departamento de Empleo y
Formación



Gipuzkoako Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa

Gizarte eta Erakunde Harremanetarako
Departamentua



▣ **Hizkuntz koordinazioa**

hizkuntz
ELHUYAR
zerbitzuak

Egilea(k): BARANDIARAN GARMENDIA, Larraitz

Zuzenketak: Elhuyar Hizkuntz zerbitzuak

Maketa: Itziar Etxabe

Azalaren diseinua: Naiara Beasain

2006an prestatua



Aurkibidea

| | |
|---|----|
| 1. TRAKZIOA ETA KONPRESIOA | 2 |
| 1.1. Trakzioa eta konpresioa | 2 |
| 1.2. Zehaztu gabeko indar sistemak..... | 6 |
| 1.3. Errematxaketa loturak | 9 |
| 1.4. Soldadurazko loturak..... | 11 |
| 2. MAKURDURA..... | 13 |
| 2.1. Makurdura..... | 13 |
| 2.2. IPN profil laminatua | 19 |
| 3. BIHURDURA..... | 21 |

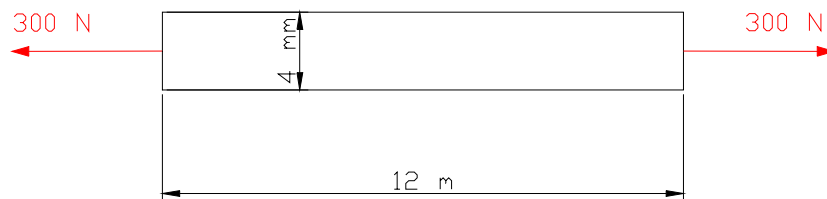
MATERIALEN ERRESISTENTZIA. ARIKETAK

1 TRAKZIOA ETA KOMPRESIOA

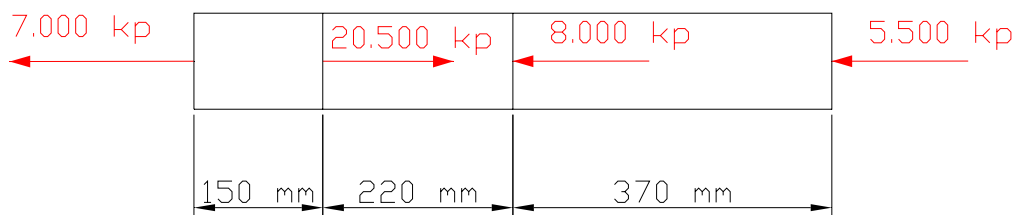
1.1 Trakzioa eta konpresioa

Egin ondoko ariketak:

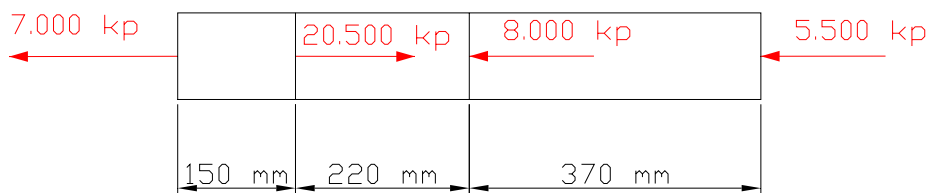
1. 12 m-ko luzera eta 4 mm x 0,6 mm-ko sekzioa dituen altzairuzko barra bat dugu. Kalkulatu luzapena barra hori tenkatu eta tenkatu mantentzen badugu 300 N-eko indarraren pean. Elastikotasun-modulua: $2,1 \times 10^6$ kp/cm².



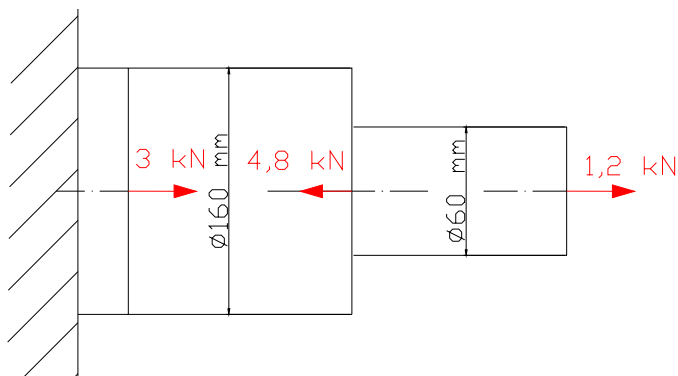
2. Sekzio uniformeko barra karratu bat trakzio-indarraren eraginpean dago. Sekzioa 8 cm²-koa da eta 1,85 m-ko luzera du. 8.400 kp-eko indarraren eraginpean luzapena 3 mm-koa izan dela jakinik, aurkitu materialaren elastikotasun-modulua.
3. Brontzezko barra bat irudiko ardatz-endarren eraginpean dago. Kalkulatu barraren luzapen totala, jakinik 6.000 mm²-ko azalera duela eta $E = 9 \times 10^5$ kp/cm²-koa dela.



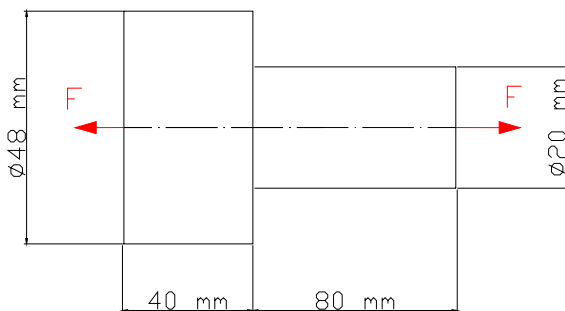
4. 12 cm²-ko sekzioko barra bat irudiko indarren eraginpean dago. Kalkula ezazu barraren luzapen totala. Altzairurako, $E = 2,1 \times 10^6$ kp/cm².



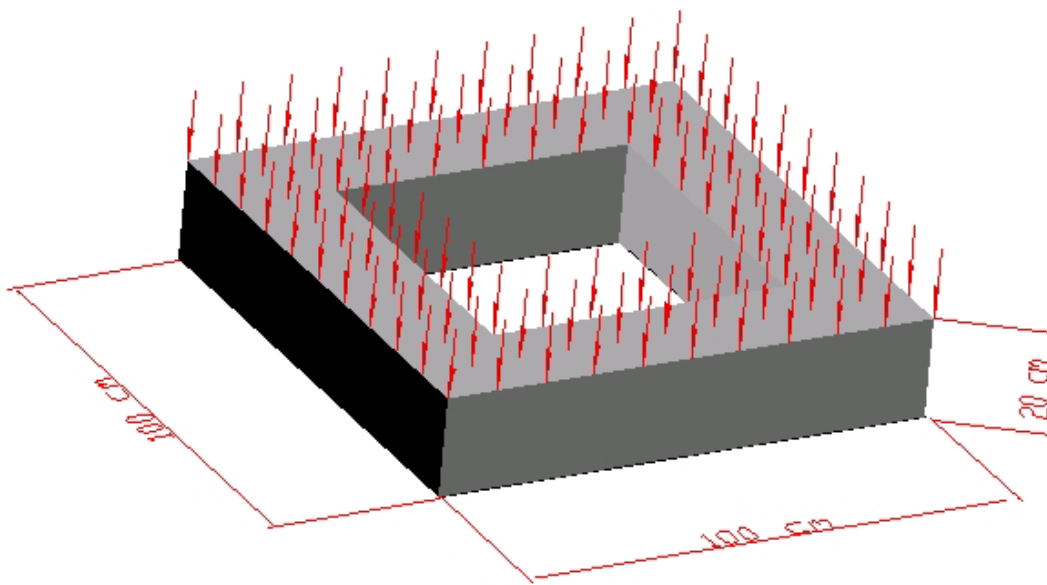
5. Kalkulatu irudiko altzairuzko barraren luzapen totala, jakinik elastikotasun-modulua $E = 2,1 \times 10^6$ kp/cm^2 dela.



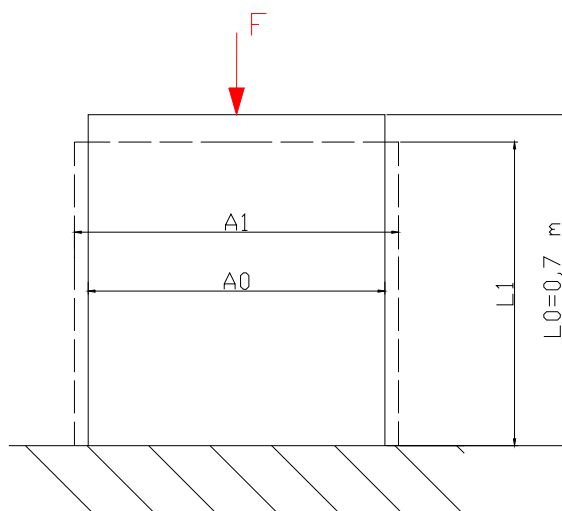
6. Altzairuzko hagatxo zirkular trinko batek 6 mm-ko diametroa eta 700 mm-ko luzera ditu; zurrun lotua dago brontzezko barra karratu baten muturrari; brontzezko barrak 12 mm-ko aldea eta 300 mm-ko luzera ditu. Hagatxoak eta barrak zuzen berean dituzte ardatzak. Multzoaren mutur banatan 1.600 kp-eko trakzio-indarra eragiten da. Kalkulatu multzoaren luzapen totala. Altzairurako $E = 2,1 \times 10^6$ kp/cm^2 eta brontzerako $E = 9,5 \times 10^5$ kp/cm^2 .
7. Diametroa 24 mm duen karbono-altzairuzko barra baten elastikotasun-muga 3.900 kp/cm^2 da, eta 7.200 N-eko indar baten eraginpean ezartzen da. Kalkulatu:
- Lan-tentsioa
 - Segurtasun-koefizientea
 - Luzapena
8. F1250 altzairu aleatuzko pieza batek –tenplaketa eta iraketa jasan ditu– 6.400 kp/cm^2 -ko elastikotasun-muga du. F indarraren eraginpean dago, eta segurtasun-koefizientea 4 da. Kalkulatu:
- F-ren balio maximo onargarria
 - Luzapen totala



9. Irudiko aluminiozko zutabeak 60 tonako karga axiala jasaten du. Tentsio onargarria gehienez 550 kp/cm^2 -koa dela jakinik, kalkulatu:
- Zutabearen "I" lodiera
 - Laburtzea
 - Zutabearen laburtze unitarioa



10. Konpresiozko F indarraren eraginez, burdinurtuzko pieza baten azalera 88 cm^2 -tik $88,12 \text{ cm}^2$ -ra handiagotzen da. Kalkulatu piezaren amaierako luzera, Poissonen modulua $0,211$ dela jakinik.



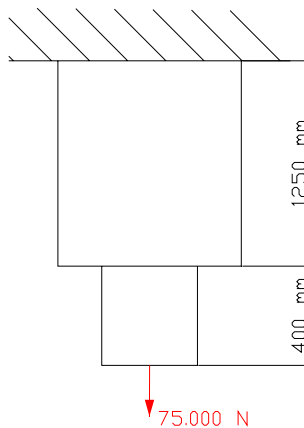
11. Altzairuzko barra karratu baten aldeak 60 mm -ko neurria du eta luzerak, berriz, $1,3 \text{ m}$. 350.000 N -eko indar baten eraginpean dago. Kalkulatu aldea zenbat laburtuko den indar horren eraginez. Kontuan izan: $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$ eta $\mu = 0,25$.

12. Altzairuzko barra karratu baten aldeak 6 cm ditu; barrak 1,45 m-ko luzera du, eta 44.000 kp-eko trakziozko ardatz-indarraren eraginpean dago. Kalkula ezazu karga horren ondoriozko aldean laburtzea.

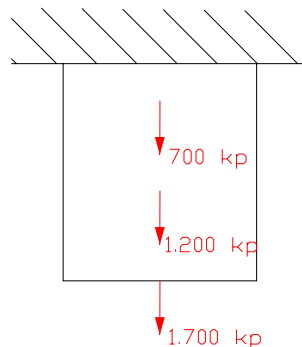
$$\text{Datuak: } E = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$$\mu = 0,3$$

13. Burdinurtuzko hodi batek 82 mm-ko kanpo-diametroa eta 60 mm-ko barne-diametroa ditu. 80.000 N-eko konpresio-indarra jasaten badu, kalkulatu zenbat txikiagotuko den, 800 mm-ko luzera badu hodiak. Zer tentsio izango du? Elastikotasun-modulua: $1,05 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$.
14. Bi barra prismatiko zurrun lotuta daude eta 75.000 N-eko indarra jasaten dute, irudian ikusten den moduan. Goialdeko barra altzairuzkoa da; dentsitatea $0,0078 \text{ kg/cm}^3$ -koa du, 1.250 mm-ko luzera eta 800 mm^2 -ko azalera. Behealdeko barra brontzekoa da; $0,008 \text{ kg/cm}^3$ -ko dentsitatea du, 400 mm-ko luzera eta 250 mm^2 -ko azalera. Kalkulatu material bakoitzeko tentsio maximoa.



15. Altzairuzko barra bat bertikalki esekita dago, irudian ikusten den bezala; 1.700 kp-eko indarra jasaten du beheko muturrean. 1.200 kp-eko indar bertikal bat dago 300 mm gorago, eta beste 800 mm gorago 700 kp-ekoa. Barraren luzera osoa 1.300 mm-koa da, eta azalera 60 cm^2 -koa. Elastikotasun-modulua $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$ da. Kalkulatu barraren luzapen osoa.

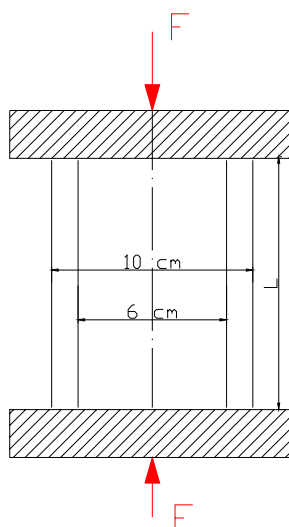


16. Eraikin bat egiten ari dira, eta, materiala igotzeko, 8 mm-ko diametroa duen altzairuzko kablea erabiltzen ari dira. 80 m bertikalki zintzilikatzen dituzte, 250 kp-eko karga altxatzeko kablearen behe-muturrean. Kalkulatu kablearen luzapen totala. Altzairuaren dentsitatea $0,0078 \text{ kg/cm}^3$ -koa da eta $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$.
17. Trenbideko errailen elkarren segidako muturrak 2,5 mm-z bananduak daude temperatura $15 \text{ }^\circ\text{C}$ denean. Errail bakoitzaren luzera 8 m-koa da, eta altzairuzkoak dira ($E = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$ eta $\alpha = 11 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$).
- Kalkulatu errailen arteko distantzia temperatura $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ -koa denean.
 - Zer temperaturatan egongo dira albotz albotz errailak elkar ukitzen dutenean?
 - Kalkulatu errailetakoa konpresio-tentsioa temperatura $67 \text{ }^\circ\text{C}$ -koa denean.
18. 25 m-ko luzera duen aluminiozko kable batek 700 kp/cm^2 -ko trakzio-tentsioa jasaten du. Kalkulatu kablearen luzapena. Zenbateko temperatura-aldaketak eragingo du luzapen hori? Elastikotasun-modulua $E = 7 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$ eta $\alpha = 2,1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$.

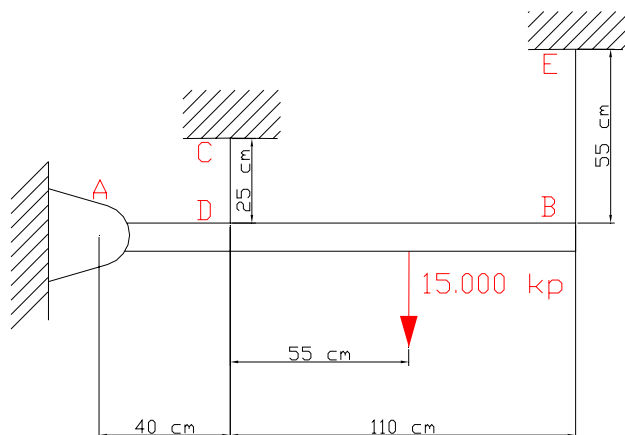
1.2 Zehaztu gabeko indar sistemak

1. Altzairuzko tutu batek aluminiozko zilindro trinko bat inguratzen du. Multzo hori bi xafra zurrunen artean dago, erdigunean ezarriak dauden indarrek konprimitua.

Aluminiozko zilindroak 6 cm-ko diametroa du eta altzairuzko tutuaren kanpo-diametroa 10 cm-koa da. F indarra 30 kN-ekoa bada, kalkula ezazu altzairuaren eta aluminioaren tentsioa. Altzairuaren $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kp/cm}^2$ eta aluminioarena $2,8 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$ dira.

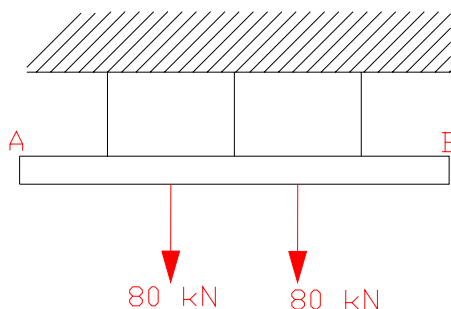


2. Irudiko AB barra zurruna dela joko dugu eta, 15.000 kp-eko indarra ezarri aurretik, horizontal dagoela. An artikulatua da, eta altzairuzko EB eta kobrezko CD hagatxoek eusten diote. CD hagatxoaren luzera 25 cm-koa da eta EBrena, berriz, 55 cm-koa. CDren sekzioa 4 cm²-koa bada eta EBrena 3 cm²-koa, kalkula itzazu hagatxo bertikal bakoitzaren tentsioa eta altzairuaren tentsioa. Ez hartu kontuan AB barraren pisua. Kobrearen elastikotasun-modulua $E = 1,2 \times 10^6$ kp/cm²-koa da eta altzairuarena, $E = 2,1 \times 10^6$ kp/cm²-koa.



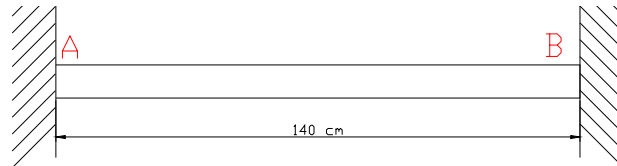
3. AB barra guztiz zurruna da eta hiru hagatxok eusten diote. Muturreko bi hagatxoak altzairuzkoak dira eta 4 cm²-ko azalera dute; erdikoa kobrezkoa da eta 9 cm²-ko azalera du. Altzairuaren elastikotasun-modulua $E = 2,1 \times 10^6$ kp/cm²-koa da eta kobrearena, $E = 1,2 \times 10^6$ kp/cm²-koa. Hiru hagatxoek 2,1 m-ko luzera dute, elkarren arteko tartea berdina da, eta 80 kN-eko indarrak daude ezarrita haien erdigunean.

AB barraren pisua mespretxatuta, kalkula ezazu hagatxo bertikal bakoitzean dagoen indarra. Kargak aplikatu ondoren, AB barrak horizontal jarraitzen du.



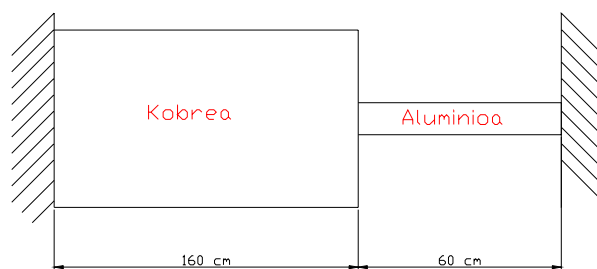
4. Kobrezko barra uniforme bat hormei zurrunki lotua dago, irudian ikusten den moduan. 140 cm-ko luzera eta 8 cm²-ko azalera ditu. 25 °C-ko tenperaturan ez du tentsiorik. Kalkulatu tentsioaren balioa tenperatura 10 °C-ra jaisten denean, euskarriek ez dutela ematen suposatuz.

5. Irudiko barra konposatua euskarriei zurrun lotua dago. Ezkerraldea kobrezkoa da, eta 8.000 mm²-ko azalera eta 160 cm-ko luzera ditu. Eskuinaldea, aldiz, aluminiozkoa da; 4.500 mm²-ko azalera eta 60 cm-ko luzera ditu. 25 °C-ko tenperaturan, multzoak ez du tentsiorik. Egituraren tenperatura jaitsi egiten da eta, prozesu horren ondorioz, eskuineko euskarriak 0,2 mm ematen du metalaren uzkuratze-noranzkoan.



Kalkulatu multzoak jasan dezakeen tenperatura minimoa aluminioaren tentsioa 1.700 kp/cm²-tik pasatu ez dadin.

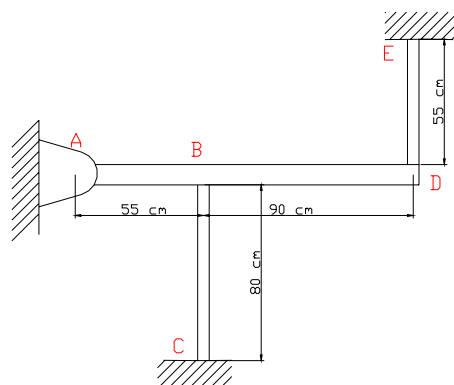
Kobrerako, $E = 1,1 \times 10^6$ kp/cm² eta $\alpha = 17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; eta aluminioarako, $E = 7 \times 10^5$ kp/cm² eta $\alpha = 2,2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.



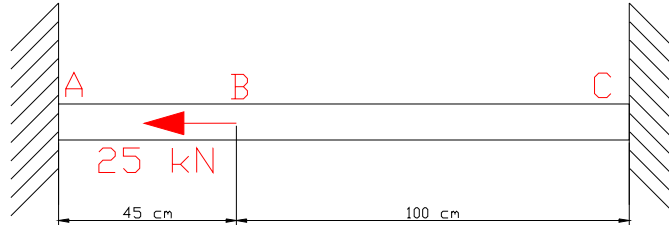
6. AD barra zurruna An artikulatua da, eta BC eta ED barrei loturik dago. Hasieran egitura guztia tentsiorik gabe dago eta barren pisua mespretxagarria da.

BC barraren tenperatura 30 °C jaisten da eta EDrena, berriz, 30 °C igotzen da. Kalkulatu BC eta ED barren tentsioa.

BC barra brontzekoa da: $E = 9,8 \times 10^5$ kp/cm² eta $\alpha = 17,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. ED barra altzairuzkoa da: $E = 2,1 \times 10^6$ kp/cm² eta $\alpha = 11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. BCren sekzioa 6 cm²-koa da eta ED-rena, 4 cm²-koa.

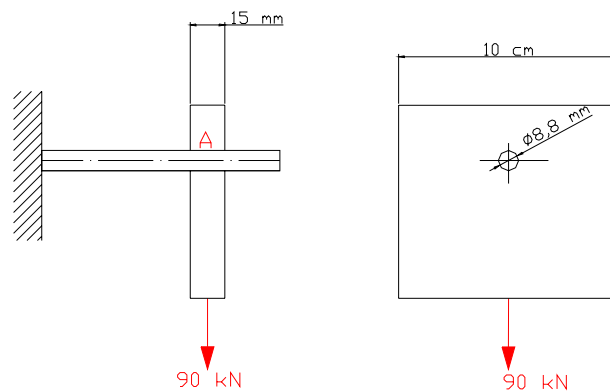


7. Hormek zurrin eusten diote 5 cm-ko aldea duen barra karratu bati. Barra 250 kN-eko ardatz- indarraren eraginpean dago. Kalkula itzazu barraren muturretako erreakzioak eta eskuinaldeko luzapena. Elastikotasun-modulua = $2,1 \times 10^6$ kp/cm²-koa da.

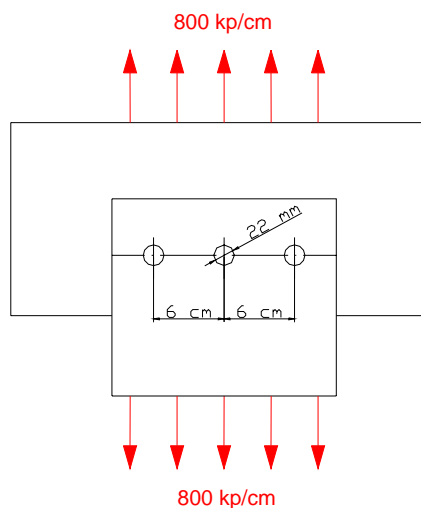


1.3 Errematxaketa loturak

1. Irudiko altzairuzko xaflari indarra eragin zaio, eta xafla horri artikulazio bakun batek eusten dio. Kalkulatu ziriko tentsio maximoa, zapaltze-tentsio maximoa eta trakzio-tentsioa xaflaren sekzioan.

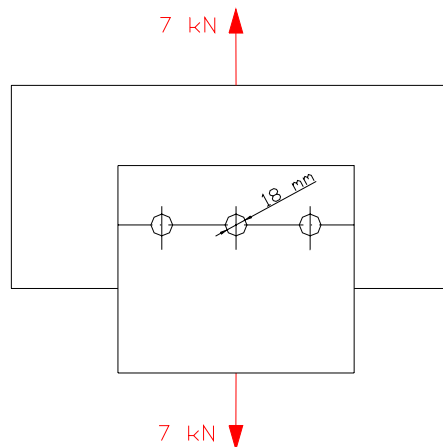


2. 15 mm-ko altzairuzko bi xafla errematxe-errenkada batez elkartuak daude. Errematxeen diametroa 22 mm-koa da, eta ardatzen arteko distantzia, 60 mm. Xaflek jasandako karga 800 kp/cm-koa da. Kalkulatu ebakidura-tentsio maximoa, zapaltze-tentsioa eta trakzio-tentsioa loturan.

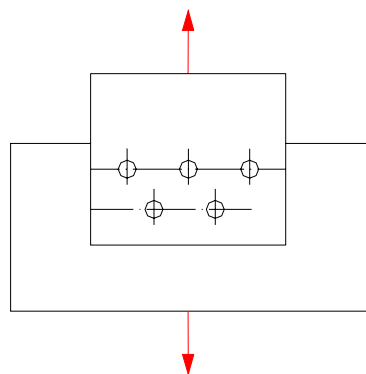


3. 12 mm-ko lodiera duten altzairuzko bi xafla errematxe-errenkada batez elkartuak daude bata bestearen gainean.

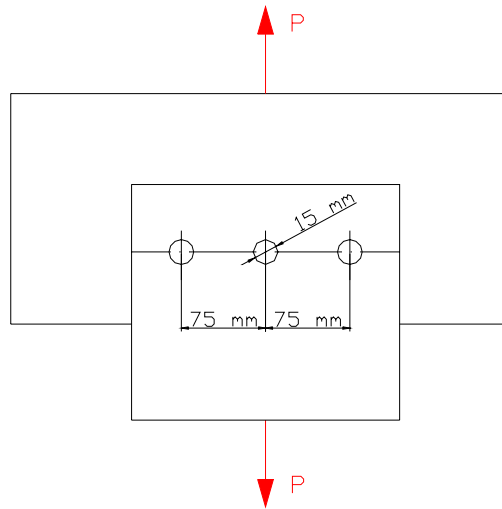
Errematxeen arteko distantzia 70 mm-koa da, eta errematxeen diametroa, 18 mm-koa. 70 mm-ko luzerako xaflak 7 kN-eko karga jasaten du. Kalkulatu ebakidura-tentsio maximoa, zapaltze-tentsioa eta trakzio-tentsio maximoa lotunean.



4. Galdara bat 6 mm-ko xaflaz egina dago, eta 500 cm-ko diametroa du. Luzetarako josturan errematxe-errenkada bakarra du; errematxeek 14 mm-ko diametroa dute eta erdiguneen arteko distantzia 60 mm-koa da. Baimendutako tentsio unitarioak honako hauek dira: trakzioan, 1.100 kp/cm²; ebakiduran, 850 kp/cm² eta konpresioan, 1.700 kp/cm². Zenbatekoa da lotunearen errendimendua? Zenbateko presio maximoa onartzen da galdaran? Eman dezagun errematxetarako zuloak 2 mm zabalagoak direla.
5. Irudian ikusten diren bi xaflak bi errematxe-errenkadaz elkartuta daude. Xaflen lodiera 18 mm-koa da, errematxeen diametroa, 20 mm-koa, eta errenkada bakoitzean 8 cm-koa da erdiguneen arteko distantzia. 8 cm-ko 7.000 kp jasaten baditu, kalkulatu: lotunean dauden ebakidura-tentsioa, zapaltze-tentsioa eta trakzio-tentsio maximoa.

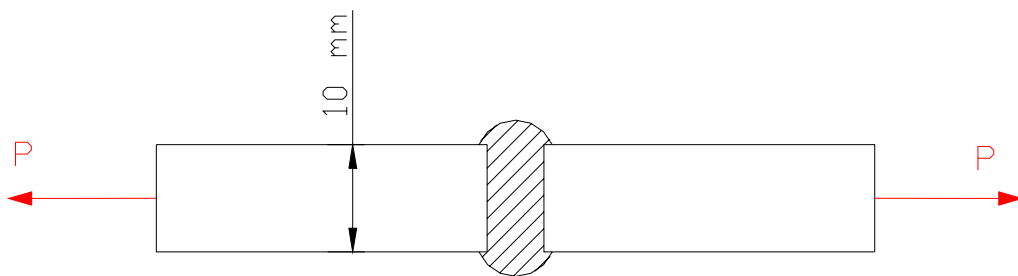


6. Errematxeen errenkada batekin gainezarritako lotune bat dugu, irudian ikusten dena bezalakoa. Errematxeen arteko distantzia 75 mm-koa da, xaflen lodiera, 8 mm-koa, eta errematxeen diametroa 15 mm-koa da. Haustura-tentsio onargarriak honako hauek dira: trakzioa, 3.850 kp/cm^2 ; ebakidura, 3.100 kp/cm^2 eta konpresioa, 6.650 kp/cm^2 . Kalkulatu karga onargarria modulu bakoitzeko, eta lotunearen errendimendua.

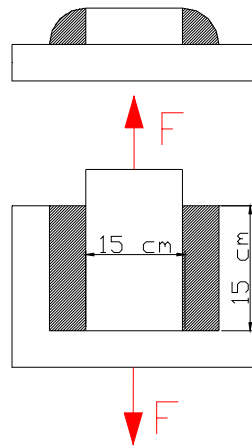


1.4 Soldadurazko loturak

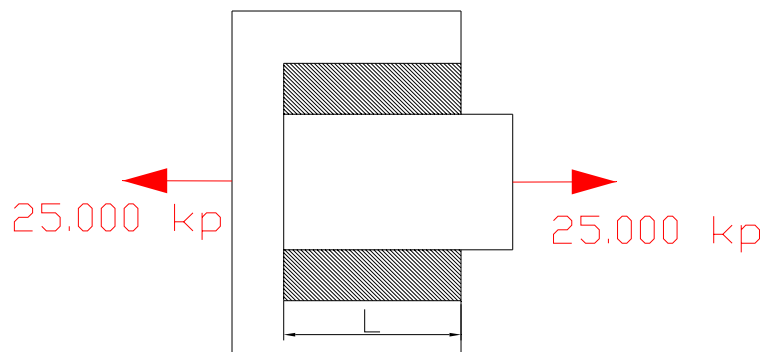
Beheko irudian bi xafla adierazten dira, topekako soldaduraz elkartuak. Xafla bakoitza 10 mm-koa da, eta 25 cm-ko zabalera du. Laneko tentsio onargarria 900 kp/cm^2 -koa dela kontuan hartuta, kalkulatu xaflatan aplika daitekeen P trakzio-indar onargarriaren balioa.



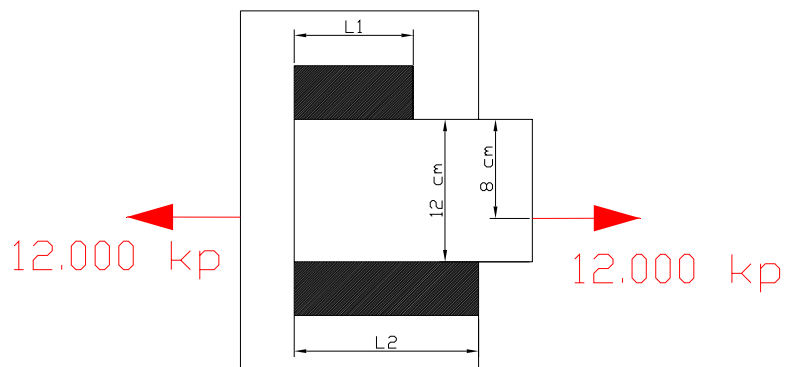
2. Irudian ikusten dira topekako soldaduraz lotutako bi xafla. Xafla bakoitzaren lodiera 8 mm-koa da, eta soldaduraren luzera, 15 cm-koa. Ebakidurazko indarraren ondorioz, laneko tentsio onargarria 790 kp/cm^2 -koa da lotura horretan. Kalkulatu xaflen gaineko F trakzio-indarra. Indar hori bi soldaduren arteko erdiko puntuan aplikatzen da.



3. Bi xafla angelu bidezko soldaduraz elkarturik daude, eta 25.000 kp-eko indarraren eraginpean. Karga hori jasan ahal izateko zer L luzera izan behar du 10 mm-ko soldadurak? Laneko tentsio onargarria 790 kp/cm^2 -koa da.



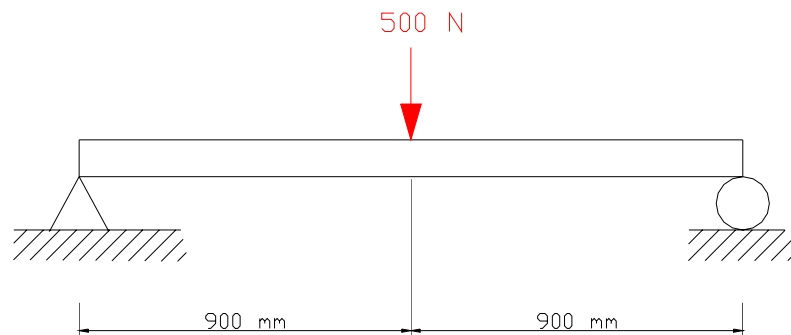
4. 15 mm-ko xaflak 12.000 kp-eko indarren eraginpean daude; indar horiek ez daude soldaduren arteko erdigunean aplikatuta. Kalkulatu L_1 eta L_2 luzerak, ebakidura-tentsio bera izan dezaten bi kordioek. Laneko tentsio onargarria 790 kp/cm^2 -koa da.



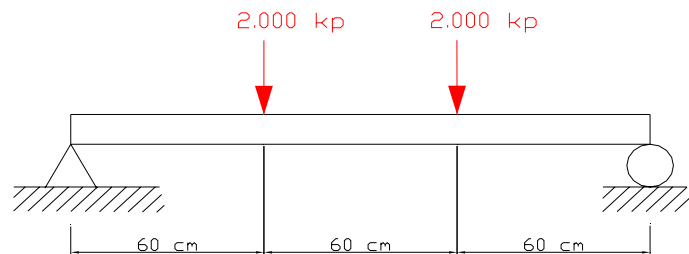
2 MAKURDURA

2.1 Makurdura

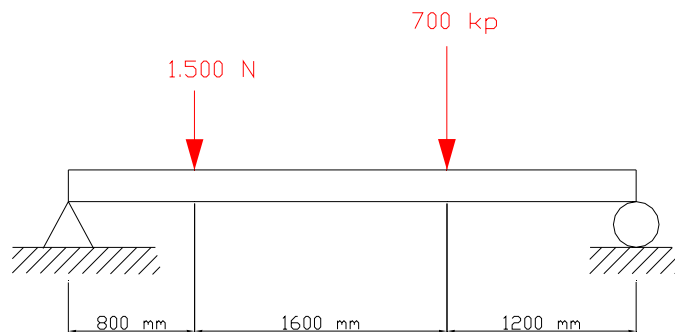
1. Marraz itzazu indar ebakitzailen eta makurdura-momentuen diagramak irudian adierazitako barra zilindrikorako. Tentsio onargarria 750 kp/cm^2 -koa dela kontuan izanik, kalkulatu barra horren diametroa.



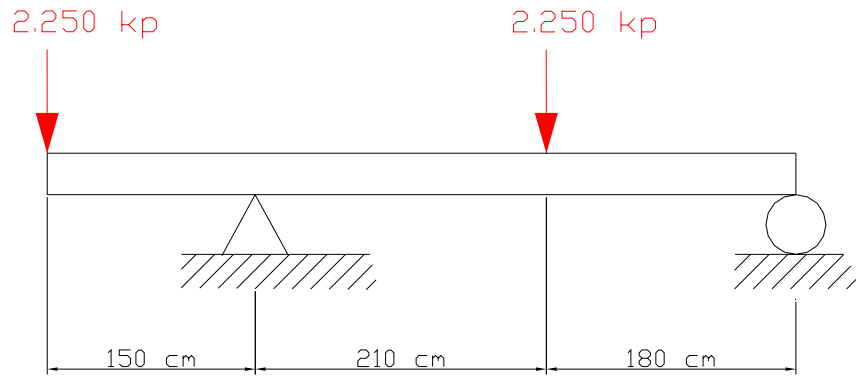
2. Marraz itzazu indar ebakitzailen eta makurdura-momentuen diagramak irudian adierazitako IPN haberako. Tentsio onargarria 1.600 kp/cm^2 -koa dela kontuan izanik, aukeratu IPN habeak.



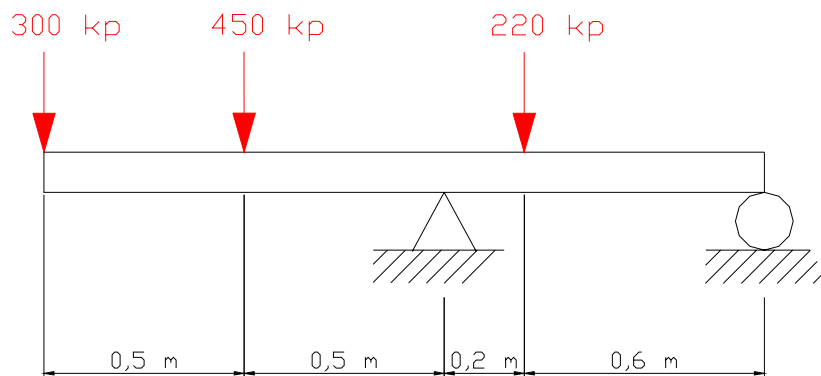
3. Marraz itzazu indar ebakitzailen eta makurdura-momentuen diagramak irudian adierazitako barra zilindrikorako. Tentsio onargarria 1.700 kp/cm^2 -koa dela kontuan izanik, kalkulatu barra horren diametroa.



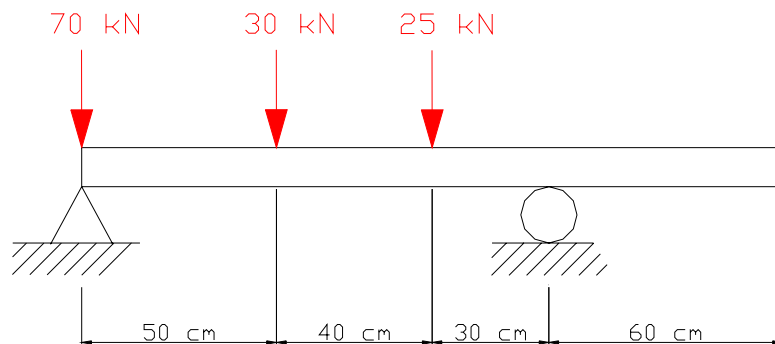
4. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak irudian adierazitako barra zilindrikorako. Tentsio onargarria 1.750 kp/cm^2 -koa dela kontuan izanik, kalkulatu barra horren diametroa.



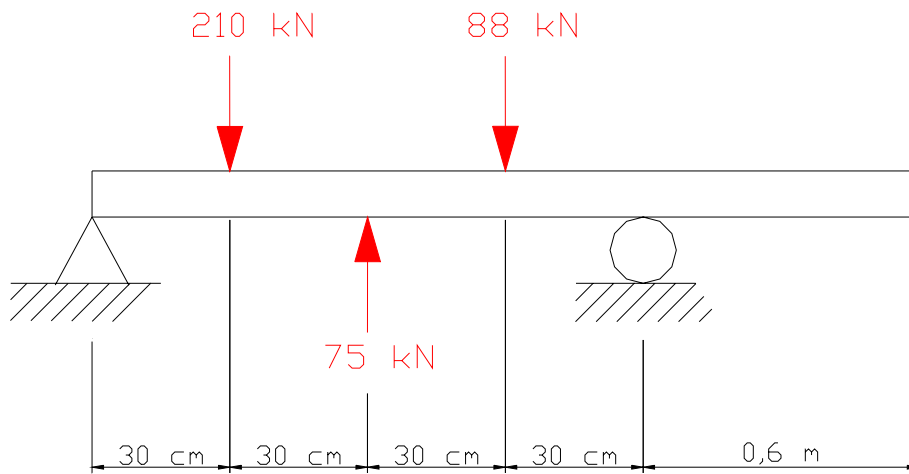
5. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



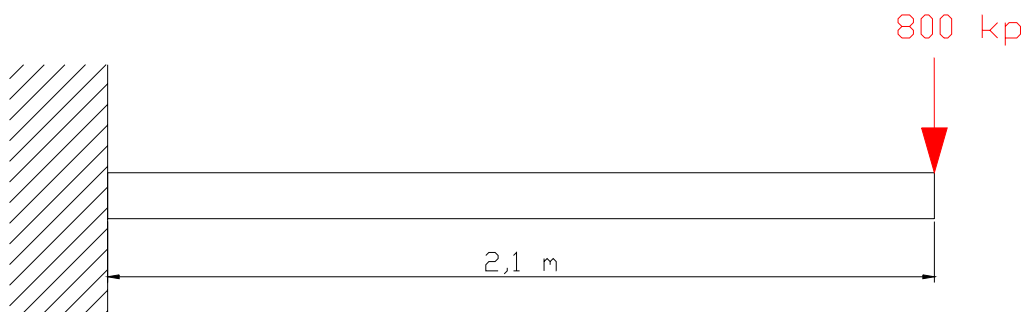
6. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



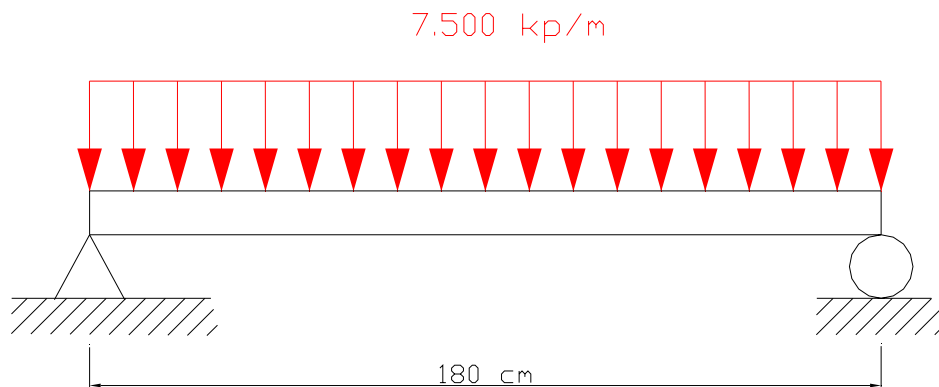
7. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



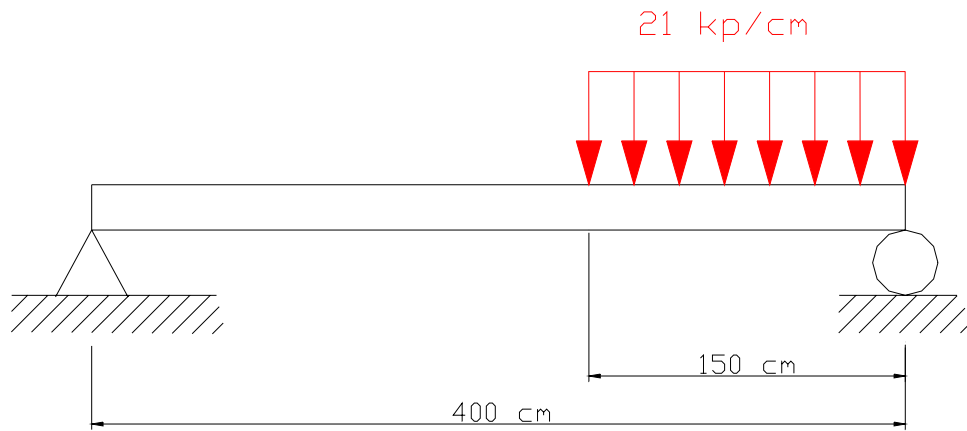
8. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



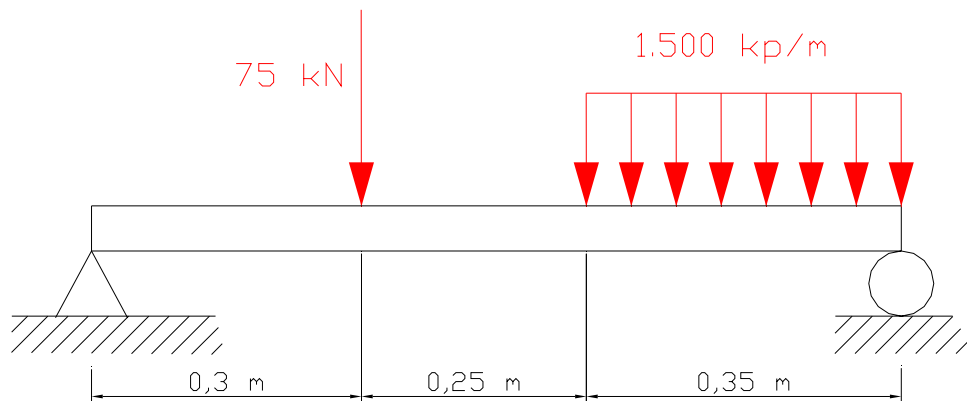
9. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



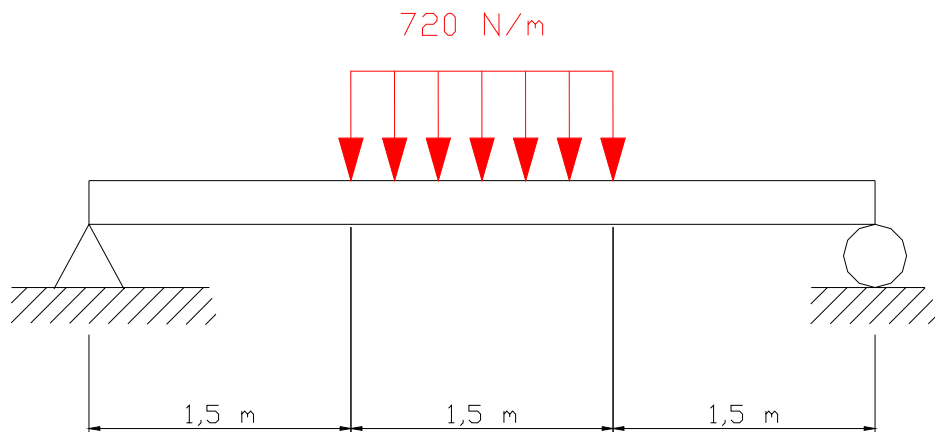
10. Marraz itzazu indar ebakitzailen eta makurdura-momentuen diagramak.



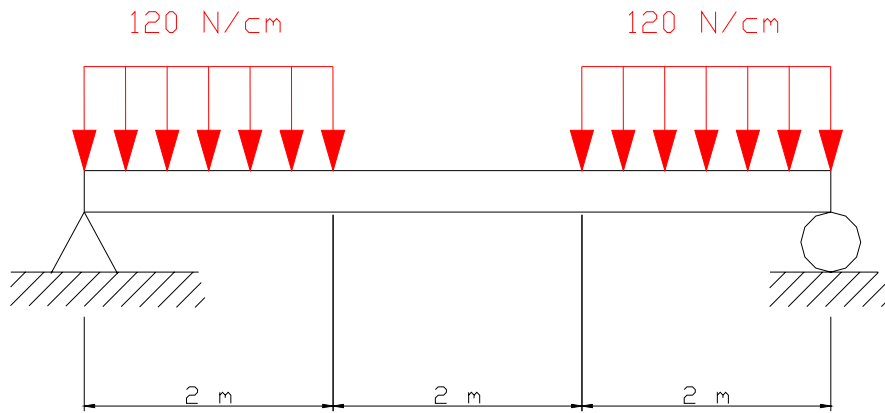
11. Marraz itzazu indar ebakitzailen eta makurdura-momentuen diagramak.



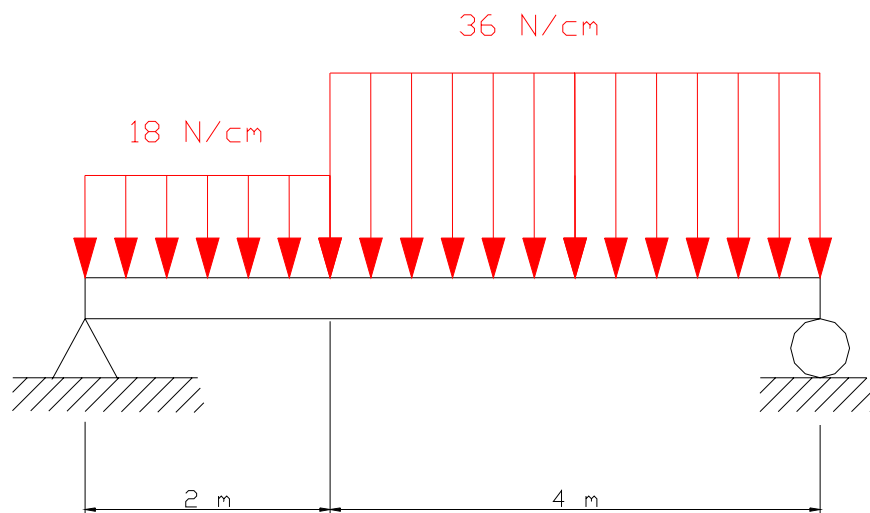
12. Marraz itzazu indar ebakitzailen eta makurdura-momentuen diagramak.



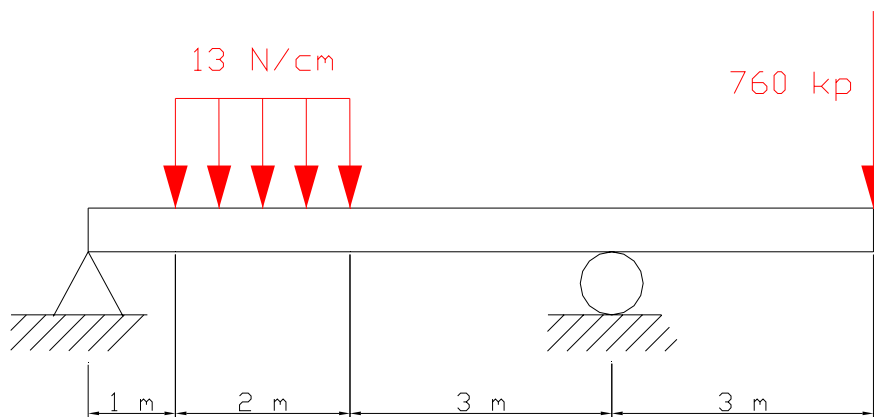
13. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



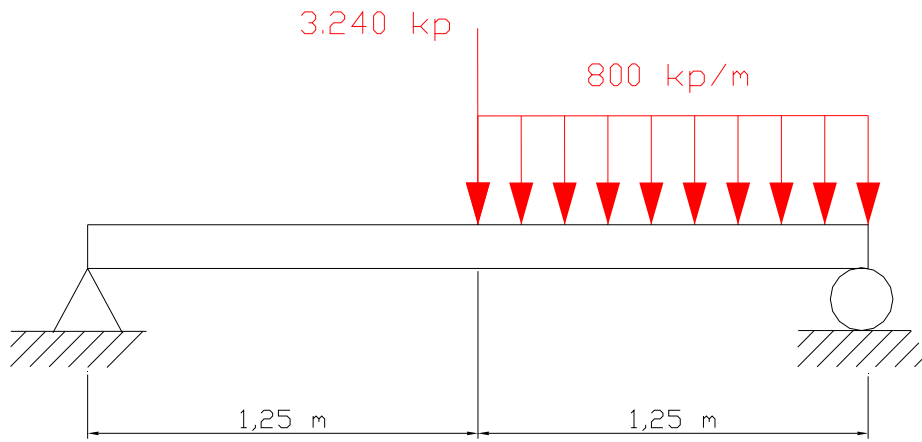
14. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



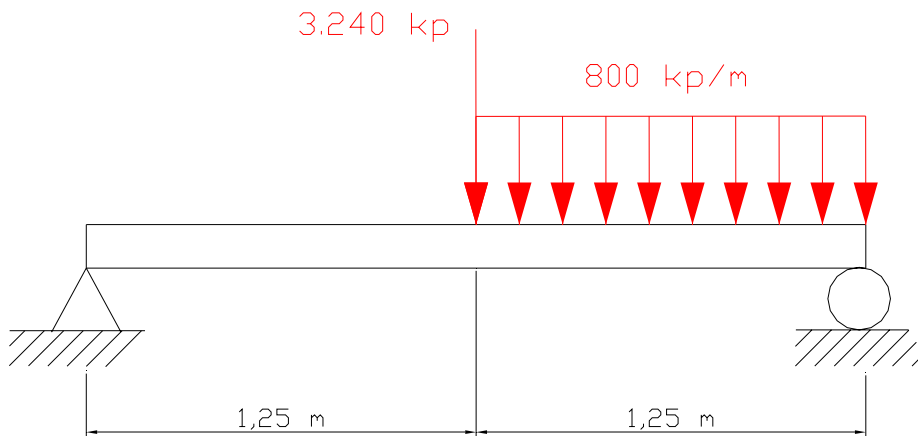
15. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



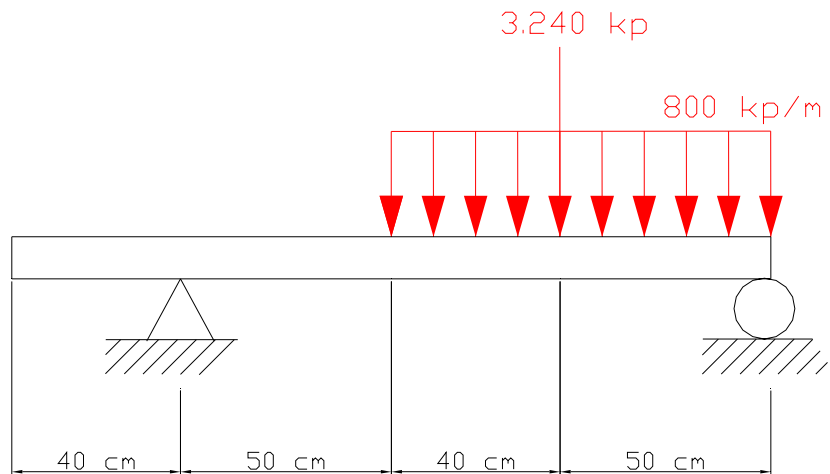
16. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



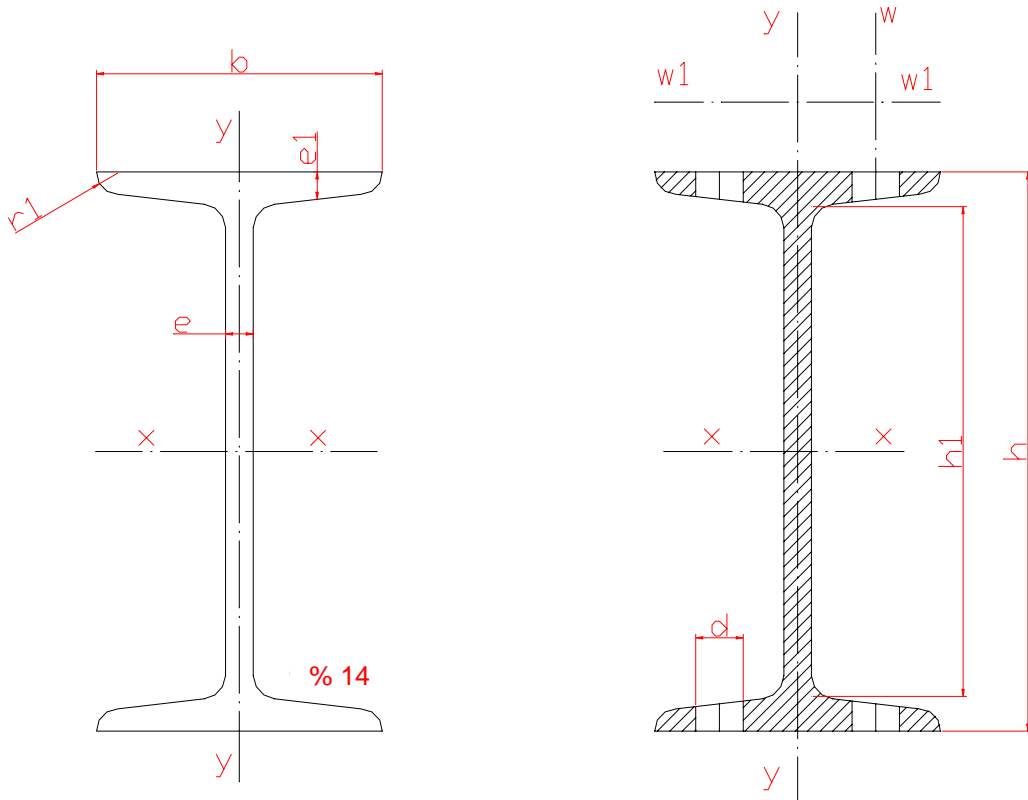
17. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



18. Marraz itzazu indar ebakitzaileen eta makurdura-momentuen diagramak.



2.2 Ipn profil laminatua



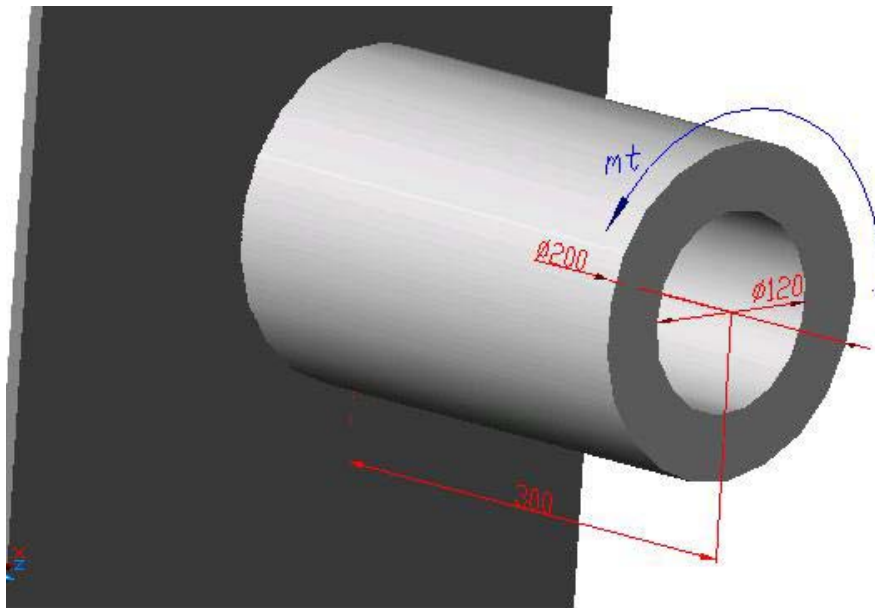
Proiektu Mekanikoen Garapena

| IPN | Neurriak mm-tan | | | | | | A sektzioa | P pisua | x-x ardatzarekiko | | | y-y ardatzarekiko | | | | | | | | | η | | IPN |
|-----|--------------------|-----|------|------|------|-----|----------------------|------------|-------------------|-----------------|------|-------------------|-----------------|------|-----|------|----|-------|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-----|
| | h | b | e=r | e1 | r1 | h1 | cm ² -tan | kp/m | Ix | Wx | ix | Iy | Wy | iy=i | w | w1 | d | e2 | Sx | s | Wx/P | u | |
| | | | | | | | | | cm ⁴ | cm ³ | cm | cm ⁴ | cm ³ | cm | mm | mm | mm | mm | cm ³ | cm ³ | mm ² /m | | |
| 80 | 80 | 42 | 3,9 | 5,9 | 2,3 | 59 | 7,58 | 5,95 | 77,8 | 19,5 | 3,2 | 6,29 | 3 | 0,91 | 22 | 10 | 0 | 4,43 | 11,4 | 6,84 | 3,28 | 0,304 | 80 |
| 100 | 100 | 50 | 4,5 | 6,8 | 2,7 | 75 | 10,6 | 8,32 | 171 | 34,2 | 4,01 | 12,2 | 4,88 | 1,07 | 28 | 12 | 0 | 5,05 | 19,9 | 8,57 | 4,11 | 0,37 | 100 |
| 120 | 120 | 58 | 5,1 | 7,7 | 3,1 | 92 | 14,2 | 11,1 | 328 | 54,7 | 4,81 | 21,5 | 7,41 | 1,23 | 32 | 14 | 0 | 5,67 | 31,8 | 10,3 | 4,91 | 0,439 | 120 |
| 140 | 140 | 66 | 5,7 | 8,6 | 3,4 | 109 | 18,3 | 14,4 | 573 | 81,9 | 5,61 | 35,2 | 10,7 | 1,4 | 34 | 16 | 11 | 6,29 | 47,7 | 12 | 5,7 | 0,502 | 140 |
| 160 | 160 | 74 | 6,3 | 9,5 | 3,8 | 125 | 22,8 | 7,9 | 935 | 117 | 6,4 | 54,7 | 14,8 | 1,55 | 40 | 18 | 11 | 6,91 | 68 | 13,7 | 6,54 | 0,575 | 160 |
| 180 | 180 | 82 | 6,9 | 10,4 | 4,1 | 142 | 27,9 | 21,9 | 1.450 | 161 | 7,2 | 81,3 | 19,8 | 1,71 | 44 | 19 | 13 | 7,53 | 93,4 | 15,5 | 7,35 | 0,64 | 180 |
| 200 | 200 | 90 | 7,5 | 11,3 | 4,5 | 159 | 33,5 | 26,3 | 2.140 | 214 | 8 | 117 | 26 | 1,87 | 48 | 22 | 13 | 8,15 | 125 | 17,2 | 8,14 | 0,709 | 200 |
| 220 | 220 | 98 | 8,1 | 12,2 | 4,9 | 175 | 39,6 | 31,1 | 3.060 | 278 | 8,8 | 162 | 33,1 | 2,02 | 52 | 23 | 13 | 8,77 | 162 | 18,9 | 8,94 | 0,775 | 220 |
| 240 | 240 | 106 | 8,7 | 13,1 | 5,2 | 192 | 46,1 | 36,2 | 4.250 | 354 | 9,59 | 221 | 41,7 | 2,22 | 56 | 25 | 17 | 9,39 | 206 | 20,6 | 9,78 | 0,844 | 240 |
| 260 | 260 | 113 | 9,4 | 14,1 | 5,6 | 208 | 53,4 | 41,9 | 5.740 | 442 | 10,4 | 288 | 51 | 2,32 | 60 | 27,5 | 17 | 10,15 | 257 | 22,3 | 10,5 | 0,906 | 260 |
| 280 | 280 | 119 | 10,1 | 15,2 | 6,1 | 225 | 61,1 | 48 | 7.590 | 542 | 11,1 | 364 | 61,2 | 2,45 | 62 | 28,5 | 17 | 11,04 | 316 | 24 | 11,3 | 0,966 | 280 |
| 300 | 300 | 125 | 10,8 | 16,2 | 6,5 | 241 | 69,1 | 54,2 | 9.800 | 653 | 11,9 | 451 | 72,2 | 2,56 | 64 | 30,5 | 21 | 11,83 | 381 | 25,7 | 12 | 1,03 | 300 |
| 320 | 320 | 131 | 11,5 | 17,3 | 6,9 | 257 | 77,8 | 61,1 | 12.510 | 782 | 12,7 | 555 | 84,7 | 2,67 | 70 | 30,5 | 21 | 12,72 | 457 | 27,4 | 12,8 | 1,091 | 320 |
| 340 | 340 | 137 | 12,2 | 18,3 | 7,3 | 274 | 86,8 | 68,1 | 15.700 | 923 | 13,5 | 674 | 98,4 | 2,82 | 74 | 31,5 | 21 | 13,51 | 540 | 29,1 | 13,6 | 1,152 | 340 |
| 360 | 360 | 143 | 13 | 19,5 | 7,8 | 290 | 97,1 | 76,2 | 19.610 | 1.090 | 14,2 | 818 | 114 | 2,9 | 76 | 34,5 | 23 | 14,5 | 638 | 30,7 | 14,3 | 1,208 | 360 |
| 380 | 380 | 149 | 13,7 | 20,5 | 8,2 | 306 | 107 | 84 | 24.010 | 1.260 | 15 | 975 | 131 | 3,02 | 82 | 34,5 | 23 | 15,29 | 741 | 32,4 | 15,1 | 1,266 | 380 |
| 400 | 400 | 155 | 14,4 | 21,6 | 8,6 | 323 | 118 | 92,6 | 29.210 | 1.460 | 15,7 | 1.160 | 149 | 3,13 | 86 | 35,5 | 23 | 16,18 | 857 | 34,1 | 15,8 | 1,33 | 400 |
| 450 | 450 | 170 | 16,2 | 24,3 | 9,7 | 363 | 147 | 115 | 45.850 | 2.040 | 17,7 | 1.730 | 203 | 3,43 | 94 | 39 | 25 | 18,35 | 1.200 | 38,3 | 17,7 | 1,478 | 450 |
| 500 | 500 | 185 | 18 | 27 | 10,8 | 404 | 180 | 141 | 68.740 | 2.750 | 19,6 | 2.480 | 268 | 3,72 | 100 | 42,5 | 28 | 20,53 | 1.620 | 42,4 | 19,5 | 1,626 | 500 |
| 550 | 550 | 200 | 19 | 30 | 11,9 | 444 | 213 | 167 | 99.180 | 3.610 | 21,6 | 3.490 | 349 | 4,02 | 110 | 45 | 28 | 23 | 2.120 | 46,8 | 21,6 | 1,797 | 550 |
| 600 | 600 | 215 | 21,6 | 32,4 | 13 | 485 | 254 | 199 | 139.000 | 4.630 | 23,4 | 4.670 | 434 | 4,3 | 120 | 47,5 | 28 | 24,88 | 2.730 | 50,9 | 23,2 | 1,924 | 600 |

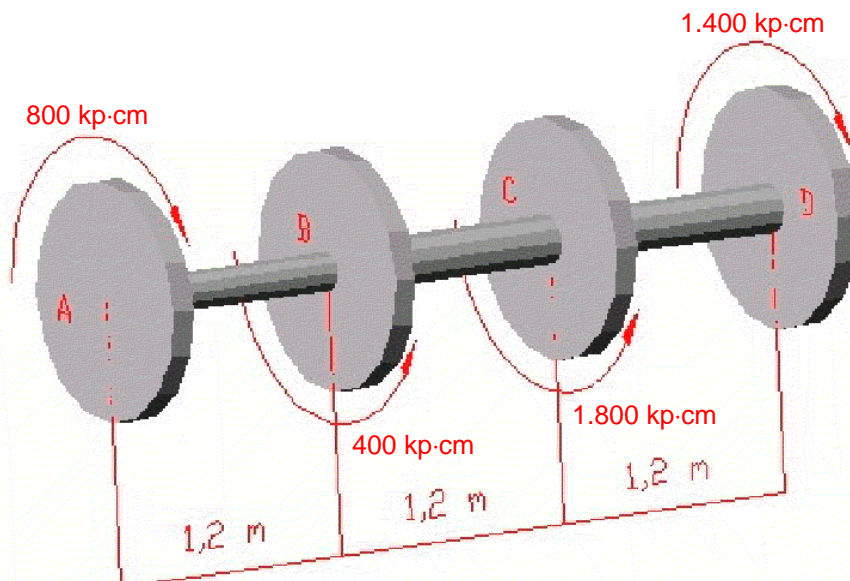
3 BIHURDURA

3.1 Bihurdura

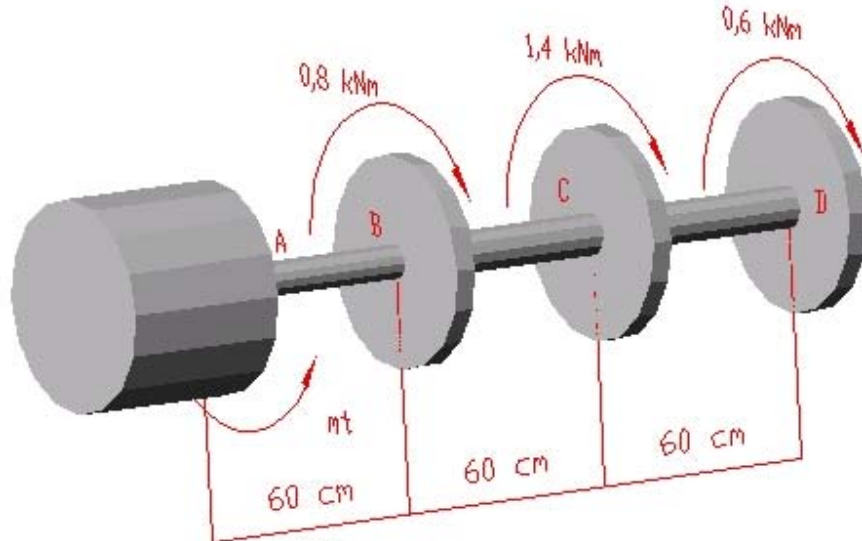
1. Kalkulatu irudiko ardatzean aplika daitekeen bihurtura-momentu maximoa, kontuan izanda bihurtura-esfortzuak ez duela $\tau_{adm} = 120 \text{ MPa}$ -etik pasatu behar. Kalkulatu bihurtura-esfortzua barne-erradioan eta ardatzaren deformazio angeluarra.



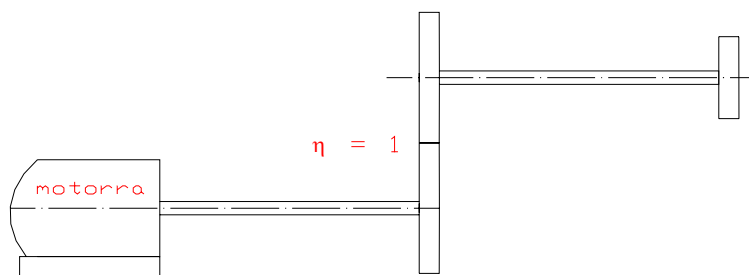
2. Irudiko ardatz igortzaileak 4 cm-ko diametroa du, eta bihurtura-momentu batzuk jasaten ditu. Kalkulatu A eta D puntuen arteko deformazioa gradutan. $G = 8,44 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$.



3. Kalkulatu tarte bakoitzeko bihurtura-momentua. Bihurdura-angelu totala $\theta_T = 1^\circ$ eta $G = 8,44 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$ izanik, kalkulatu ardatzaren diametroa.

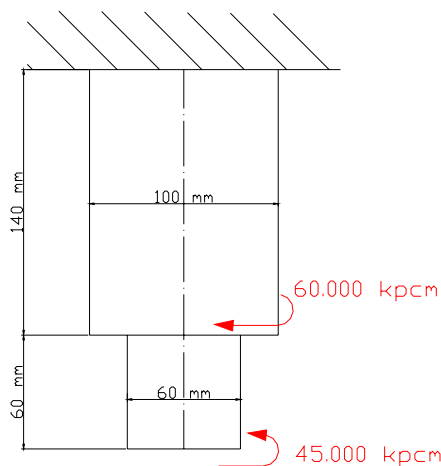


4. Kalkulatu 125 bira/min-ko abiaduran 160 CV igorri behar dituen altzairuzko ardatzaren diametroa, tentsio onargarria 12 kp/mm^2 -koa izanda.
5. 80 mm-ko diametroa duen ardatz batek 220 CV igortzen ditu 200 bira/min-ko abiaduran. Kalkulatu altzairuaren lan-tentsioa.
6. Kalkulatu 90 mm-ko ardatz batek igortzen duen potentzia, CV-tan, 125 bira/min-ko abiaduran. Kontuan hartu: zurruntasun-modulua $G = 6 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$ -koa da, eta neurtutako bihurtura-angelua $2,65^\circ$ -koa da 4,88 m aldendutako bi sekzioen artean.
7. 44 mm-ko diametroa duen ardatz bat 16.000 kp-cm -ko bihurtura-momentuaren eraginpean dago; kalkulatu zenbatekoa den bihurtura-tentsio maximoa. Ardatzaren luzera 0,76 m baldin bada, kalkulatu bihurtura-angelua. Zurruntasun-modulua $G = 8 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$ -koa da.
8. $18 \times 10^4 \text{ kp-cm}$ -ko bihurtura-momentuaren eraginpean dago 1,8 m-ko luzerako ardatza. Bihurdura-angelua 2° baino handiagoa ezin dela izan jakinda, kalkulatu ardatzaren kanpo- eta barne-diametroak. Datuak: ebakidura-tentsioa $\tau = 900 \text{ kp/cm}^2$ eta zurruntasun-modulua $G = 8 \times 10^5 \text{ kp/cm}^2$.
9. 80 CV-ko potentzia duen motor batek polea bat birarazten du. Polea hori finko lotua dago ardatz igorlearen muturrean, eta abiadura 220 bira/min-koa du. Altzairuzko ardatzaren ebakidura-tentsioa 800 kp/cm^2 -koa dela kontuan hartuta, kalkulatu ardatzaren diametroa.



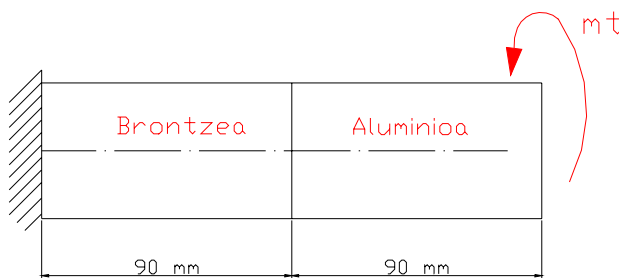
10. Irudiko ardatza altzairuzkoa da, eta haren zurruntasun modulua $G = 8,4 \times 10^5$ kp/cm²-koa da.

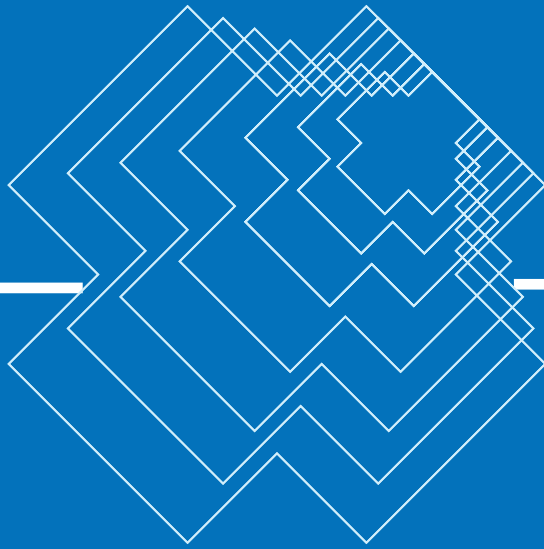
Ardatzaren behe-muturra 45.000 kp-cm-ko bihurdura-momentuaren eraginpean dago, irudian adierazitako noranzkoan. Lotunean 60.000 kp-cm-ko beste bihurdura-momentu bat dago aurkako noranzkoan. Kalkulatu ebakidura-tentsio maximoa ardatzaren tarte bakoitzean eta bihurdura-angelua.



11. Ardatz bat 90 cm-ko luzerako brontzeko hagatxo batez eta beste 90 cm-ko luzerako aluminiozko hagatxo batez dago osatua, eta biak zurrun loturik daude. Hagatxoek 5 cm-ko diametroa dute.

Ebakidura-tentsio maximoa 1.050 kp/cm²-koa da brontzerako, eta aluminioarako, 1.550 kp/cm². Segurtasun-koefizientea 2koa da bietarako. Eskuineko muturrean bihurdura-angeluak ez badu 1^o-tik pasatu behar, zein da ardatzak jasan dezakeen bihurdura-momentu maximoa? Brontzerako $G = 3,5 \times 10^5$ kp/cm² da, eta aluminioarako, $G = 2,8 \times 10^5$ kp/cm².





LANBIDE
EKIMENA

