



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

TRABAJO PRACTICO N° 9:

CORTE EN LA FLEXION

EJEMPLO DE APLICACION



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

Diseño a Flexión y Corte de una sección de Acero IPN

Datos:

Tension de Fluencia $\sigma_F = 24 \text{ KN/cm}^2$

Coeficiente de Seguridad = 1.50

Tension Admisible: $\sigma_{adm} = \frac{24}{1.5} = 15 \text{ KN/cm}^2$

Tension Tangencial Admisible: $\tau_{adm} = 0.55 * 15 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} = 8.25 \text{ KN/cm}^2$

REACCIONES:

$$\sum M^A = 0 = -(100 * 2) + (30 * 5 * 2.50) - B_y * 5m \Rightarrow \mathbf{B_y = 35 \text{ KN}}$$

$$\sum F_y = 0 = -100 - 50 + 35 - (30 * 5) + A_y \Rightarrow \mathbf{A_y = 265 \text{ KN}}$$

ESFUERZO DE CORTE:

$$Q_{Ai} = -100 \text{ KN}$$

$$Q_{Ad} = -100 + 265 - 50 = 115 \text{ KN}$$

$$Q_{Bi} = 35 \text{ KN}$$

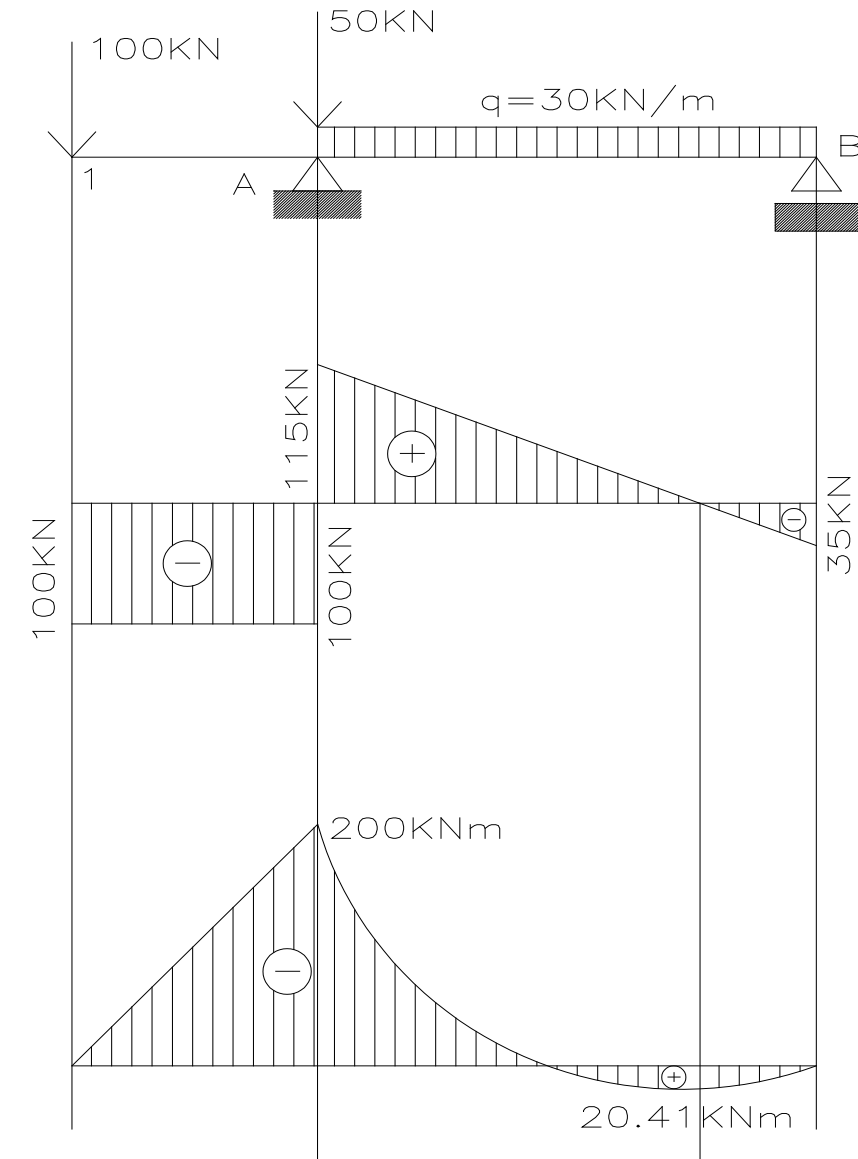
Coordenada donde el corte es nulo:

$$\frac{115 + 35}{5} = \frac{115}{x} \Rightarrow x = 3.83 \text{ m}$$

MOMENTO FLECTOR:

$$M_A = -100 * 2m = -200 \text{ KNm}$$

$$M_{3.83m} = -(100 * 5.83) - (50 * 3.83) + (265 * 3.83) - (30 * 3.83 * 1.915) = \mathbf{20.41 \text{ KNm}}$$



Se verifica la Sección (A) inmediatamente a la Derecha: **M=-200 KNm – Q = 115 KN**

DISEÑO A FLEXION:

$$W_{nec} = \frac{20000KNcm}{15 KN/cm^2} = 1333 cm^3$$

IRAM-IAS U 500-511 – Perfil doble T de acero – IPN

IRAM-IAS U 500-215-2 – Perfil doble T de acero – IPB

IRAM-IAS U 500-215-3 – Perfil doble T de acero – IPBI

IRAM-IAS U 500-215-4 – Perfil doble T de acero – IPBv

IRAM-IAS U 500-215-5 – Perfil doble T de acero – IPE

IRAM-IAS U 500-215-6 – Perfil doble T de acero – W

IRAM-IAS U 500-215-7 – Perfil doble T de acero – HP

IRAM-IAS U 500-215-8 – Perfil doble T de acero – M

IRAM-IAS U 500-509-2 – Perfil U de acero – UPN

IRAM-IAS U 500-509-4 – Perfil U de acero – C

IRAM-IAS U 500-509-4 – Perfil U de acero – MC

IRAM-IAS U 500-558 – Perfil ángulo de acero de alas iguales.

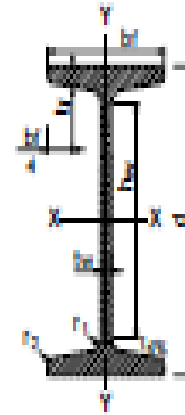
IRAM-IAS U 500-561 – Perfil T de acero.

IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Circular.

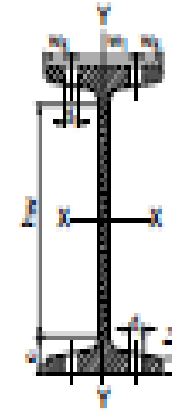
IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Cuadrada.

IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Rectangular.

**IPN según
IRAM-IAS
U 500-511**

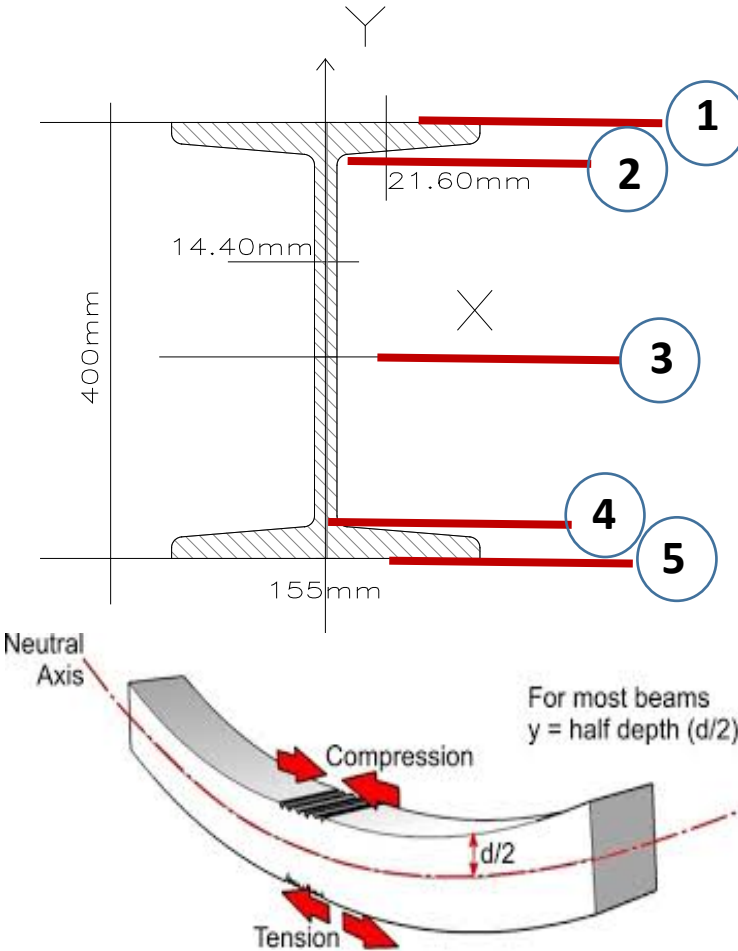


- Ag = Área bruta de la sección transversal.
- I = Momento de inercia de la sección respecto de los ejes principales.
- $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$ Radio de giro.
- S = Módulo resistente elástico de la sección.
- Q = Momento estático de media sección.
- Z = Módulo plástico de la sección.



- J = Módulo de torsión.
- Cw = Módulo de alabeo.
- X₁, X₂ = Factores de pandeo.
- L_p = Longitud lateralmente no arriostrada límite para desarrollar la capacidad de plastificación total por flexión.
- L_r = Longitud lateralmente no arriostrada límite para pandeo lateral torsional inelástico.

Designación	Dimensiones						Relaciones		Ag	Peso	X - X					Y - Y					Agujeros en el Ala		Distancia agujero al borde	Esp.	J	Cw	X ₁	X ₂ (10) ³	Acero F-24				
	d	bf	tf	hw	tw	r ₁	$\frac{bf}{2H}$	$\frac{hw}{tw}$			I _x	S _x	r _x	Q _x	Z _x	I _y	S _y	r _y	Q _y	I, S, S _y	Z _y	w ₁							d ₁	t ₁	Carga Alma	Carga Ala Sup.	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm					cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ³	mm							mm	mm	mm	cm	L _p
380	380	140	20,5	308	13,7	8,2	3,63	22,3	107	84,0	24010	1260	15,0	741	1482	975	131	3,02	109,8	195,4	219,8	82	29	33,5	15,29	115	318700	24282	2,85	155	672	140	585
400	400	155	21,5	323	14,4	8,8	3,59	22,4	118	92,4	29210	1480	15,7	857	1714	1180	149	3,13	125,5	223,5	251,0	88	29	34,5	16,18	140	419800	24270	2,85	161	698	145	588
425	425	163	23,0	343	15,3	9,2	3,54	22,4	132	104	36970	1740	16,7	1020	2040	1440	176	3,30	148,1	264,0	296,2	88	25	37,5	17,30	177	587500	24280	2,83	170	734	153	618



IPN 400 =>

$I_x = 29210 \text{ cm}^4$ (Momento de Inercia con respecto al eje X)

$W_x = 1460 \text{ cm}^3 > 1333 \text{ cm}^3$ (Modulo Resistente Elástico)

$Q = 857$ (Momento Estático de mediana sección)

VARIACION DE LAS TENSIONES NORMALES DEBIDAS A FLEXION A LO LARGO DE LA ALTURA DE LA SECCION:

$$\sigma_I = \frac{M}{I_n} y$$

Tensiones en la Fibra (1) => $y = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$ (Para momentos negativos la Fibra 1, se alarga)

$$\sigma_1 = - \frac{20000 \text{ KNcm}}{29210 \text{ cm}^4} * 20 \text{ cm} = 13.69 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Tensiones en la Fibra (2) => $y = (200-21.6) = 178.40 \text{ mm} = 17.84 \text{ cm}$ (Para momentos negativos la Fibra 2, se alarga)

$$\sigma_2 = - \frac{20000 \text{ KNcm}}{29210 \text{ cm}^4} * 17.84 \text{ cm} = 12.22 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

EL CASO QUE TRATA EL EJERCICIO PRODUCE UNA CURVATURA INVERSA A LA QUE INDICA LA FIGURA POR LO TANTO, LAS FIBRAS SUPERIORES SE ALARGAN Y LAS INFERIORES SE ACORTAN

Tensiones en la Fibra (3) => $y = 0$ cm (Eje neutro de la sección => las fibras no se alargan ni se acortan)

$$\sigma_3 = 0$$

Tensiones en la Fibra (4) => $y = (200-21.6) = 178.40$ mm = 17.84 cm (Para momentos negativos la Fibra 4, se comprime)

$$\sigma_4 = \frac{20000 \text{ KNcm}}{29210 \text{ cm}^4} * 17.84 \text{ cm} = -12.22 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Tensiones en la Fibra (5) => $y = 200$ mm = 20 cm (Para momentos positivos la Fibra 5, se comprime)

$$\sigma_5 = \frac{20000 \text{ KNcm}}{29210 \text{ cm}^4} * 20 \text{ cm} = 13.69 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

VARIACION DE LAS TENSIONES TANGENCIALES DEBIDAS A CORTE A LO LARGO DE LA ALTURA DE LA SECCION:

$$\tau_x = \frac{Q S_n}{I_n b}$$

Tensiones Tangenciales en la Fibra (1) y (5) => $\tau_1 = \tau_5 = 0$

Tensiones Tangenciales en la Fibra (2), pero perteneciente al ala:

Momento Estático de la sección por encima de la Fibra (2) con respecto el eje neutro:

$$S_n = (15.5cm * 2.16cm) * \left(20 - \frac{2.16}{2}\right) = 633.44 cm^3$$

$$\tau_{2(ala)} = \frac{115KN * 633.34 cm^3}{29210cm^4 * 15.5cm} = 0.16 KN/cm^2$$

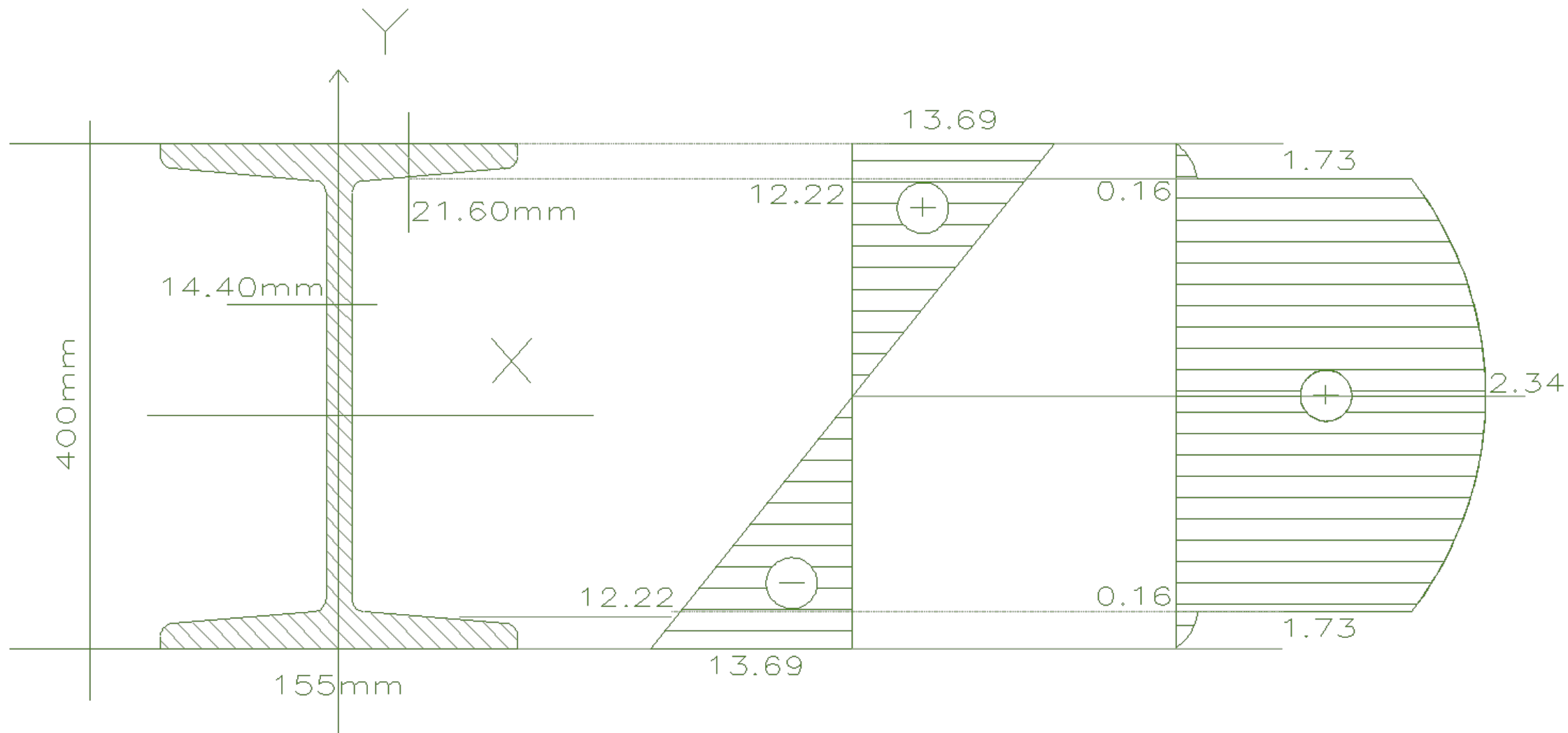
Tensiones Tangenciales en la Fibra (2), pero perteneciente al alma:

$$\tau_{2(alma)} = \frac{115KN * 633.34 cm^3}{29210cm^4 * 1.44cm} = 1.73 KN/cm^2$$

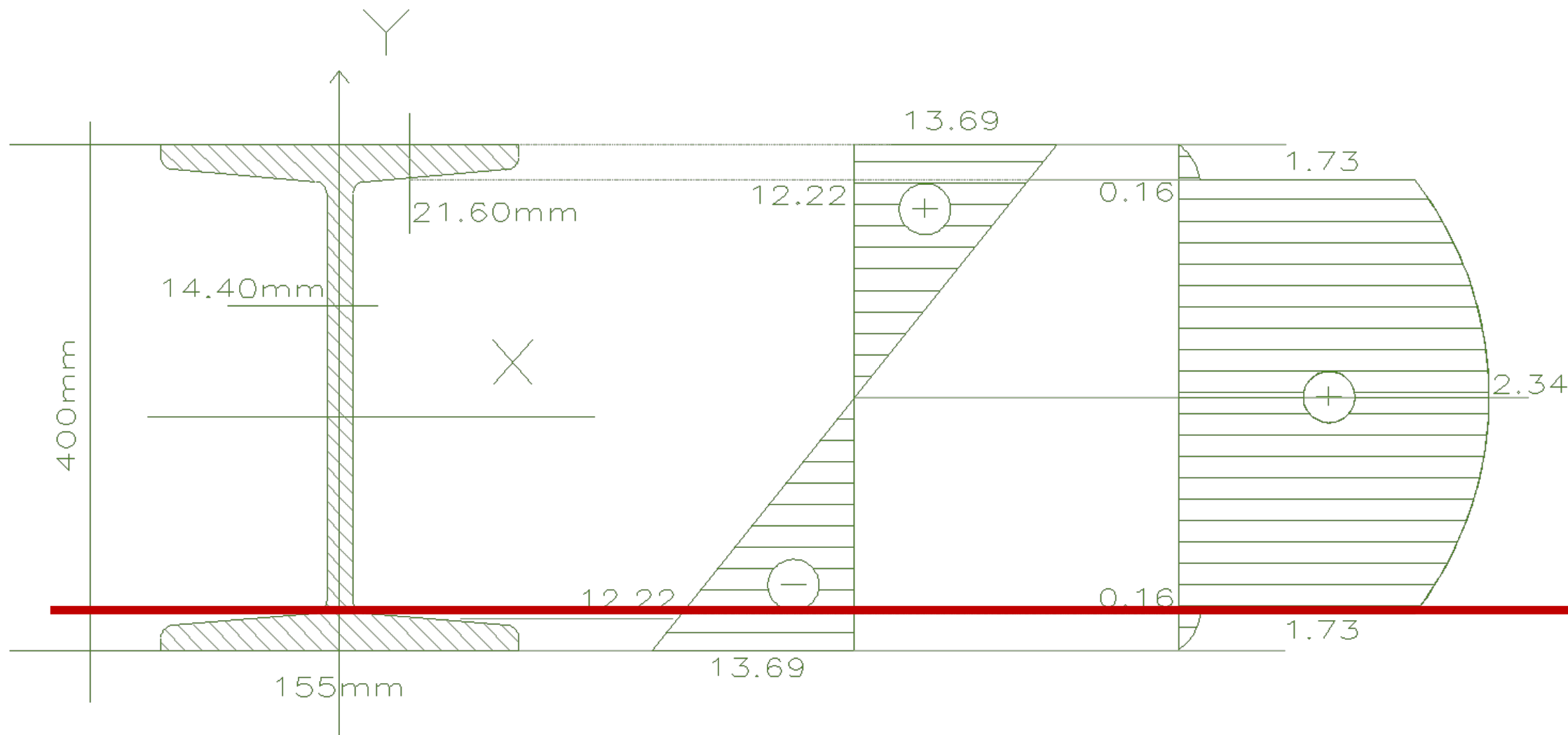
Tensiones Tangenciales en la Fibra (3):

$$\tau_{3(alma)} = \frac{115KN * 857 cm^3}{29210cm^4 * 1.44cm} = 2.34 KN/cm^2$$

VARIACION DE LAS TENSIONES NORMALES DEBIDAS A FLEXION Y DE LAS TENSIONES TANGENCIALES A LO LARGO DE LA ALTURA DE LA SECCION:



VARIACION DE LAS TENSIONES NORMALES DEBIDAS A FLEXION Y DE LAS TENSIONES TANGENCIALES A LO LARGO DE LA ALTURA DE LA SECCION:



VERIFICACION DE LAS TENSIONES EN LA FIBRA (4): => $\sigma_4 = -12.22 \frac{KN}{cm^2} - \tau_4 = 1.73 \frac{KN}{cm^2}$

$$\sigma_{\min}^{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

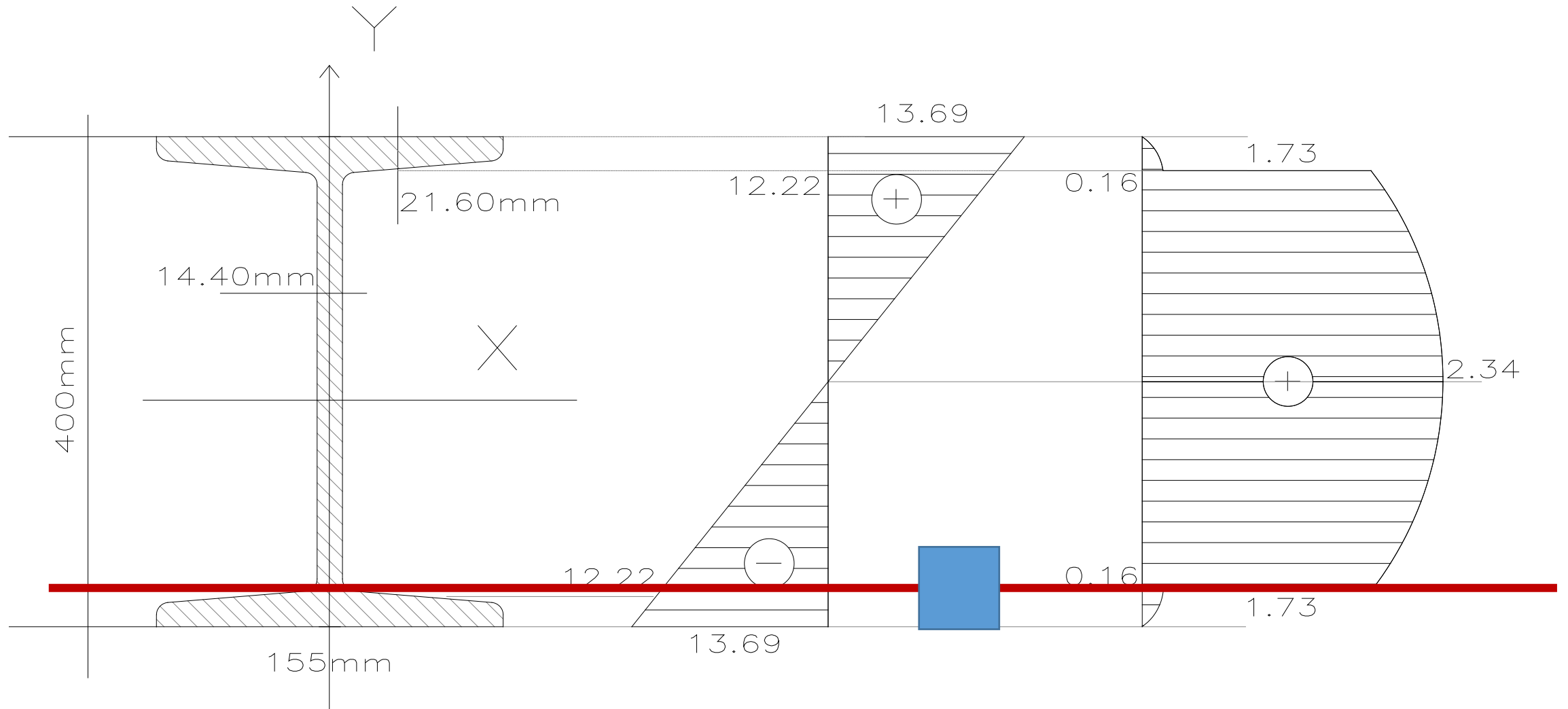
$$\tau_{m\acute{a}x} = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{max-min} = \frac{-12.22}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{12.22}{2}\right)^2 + 1.73^2} = -6.11 \pm 6.35 \Rightarrow \sigma_{max} = -12.46 \frac{KN}{cm^2} < 15 \frac{KN}{cm^2}$$

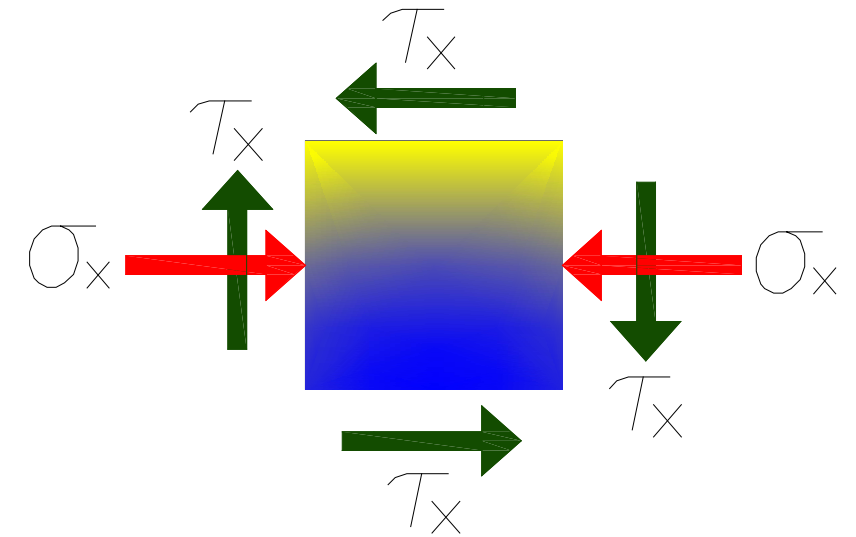
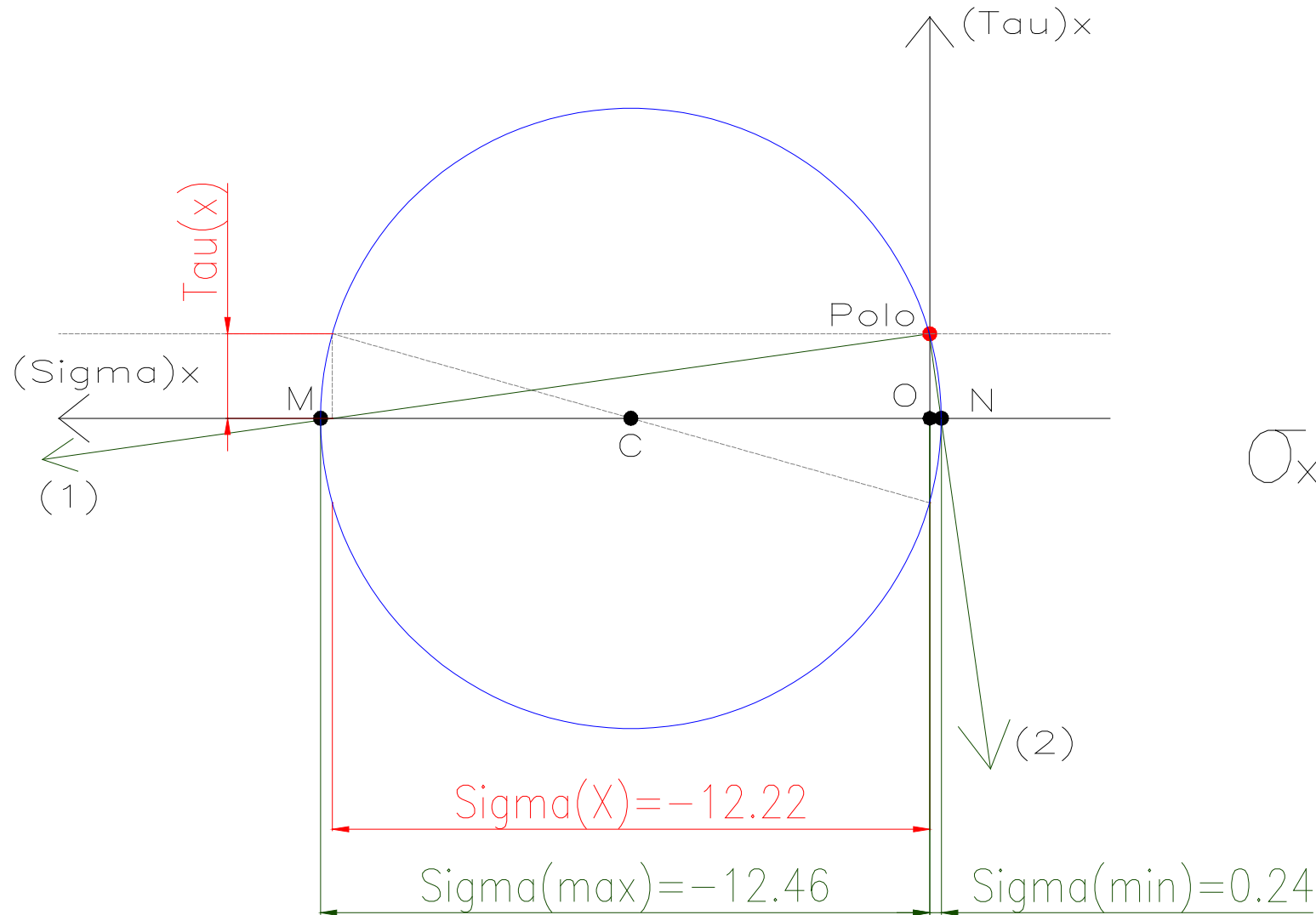
$$\sigma_{min} = 0.24 \frac{KN}{cm^2}$$

$$\tau_{max-min} = \pm \sqrt{\left(\frac{12.22}{2}\right)^2 + 1.73^2} = \pm 6.35 \Rightarrow \tau_{max} = 6.35 \frac{KN}{cm^2} - \sigma_{min} = -6.35 \frac{KN}{cm^2} < 8.25 \frac{KN}{cm^2}$$

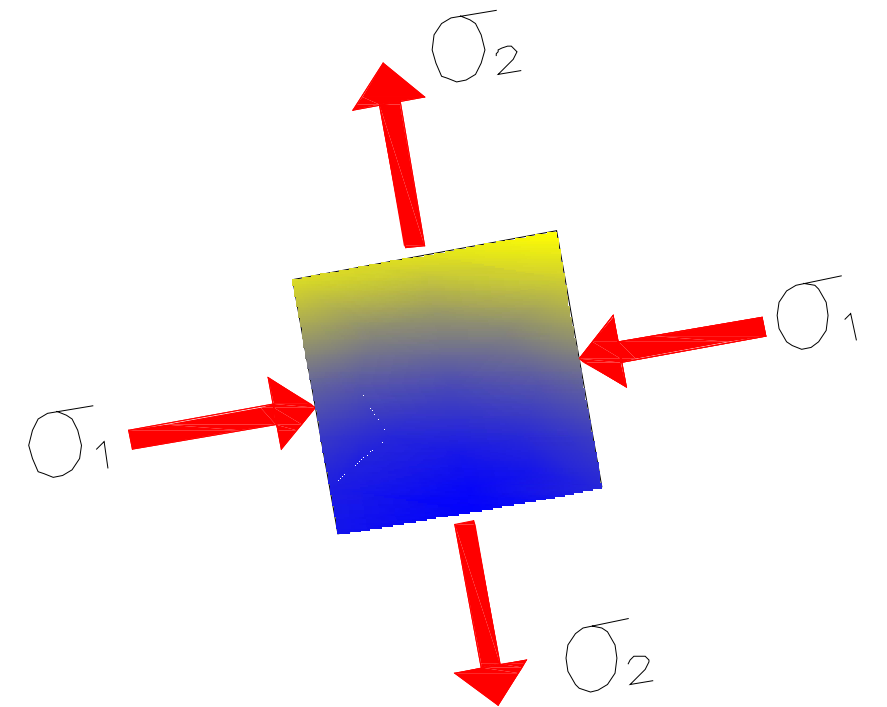
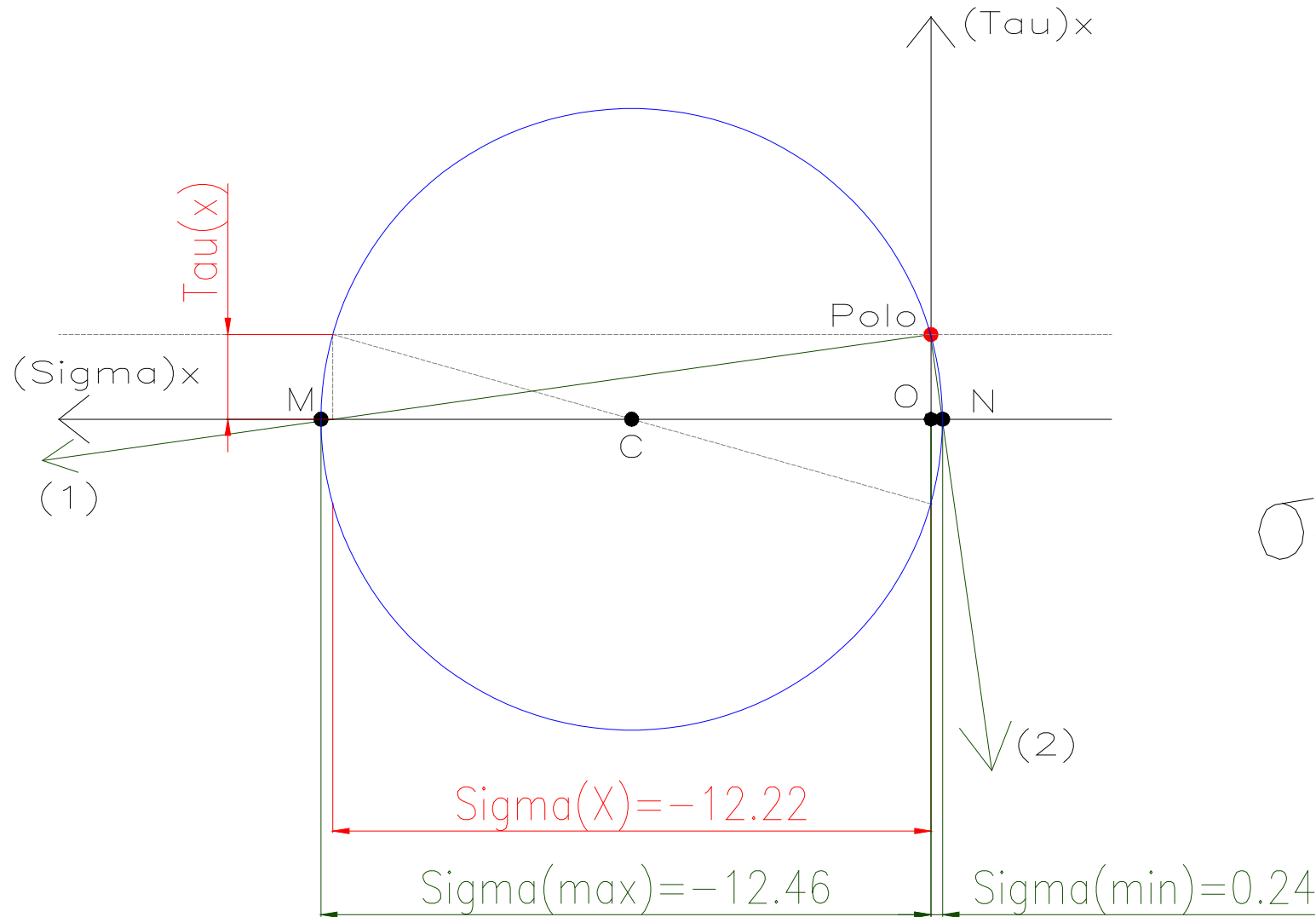
VARIACION DE LAS TENSIONES NORMALES DEBIDAS A FLEXION Y DE LAS TENSIONES TANGENCIALES A LO LARGO DE LA ALTURA DE LA SECCION:



Estado de **tensiones** en el cubo elemental a la altura de la Fibra (4) y Circulo de Mohr:



Estado de **tensiones principales** en el cubo elemental a la altura de la Fibra (4) y Circulo de Mohr:



EL GRUPO DE TRABAJO DEBERA COMPLETAR LOS EJERCICIOS DEL TP9

