



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

TRABAJO PRACTICO N° 8: FLEXION SIMPLE RECTA Y OBLICUA

EJEMPLO DE APLICACION

Ejercicio N°2:

Verificar las tensiones siguiendo el criterio de análisis LRFD y ASD, debido a la flexión de la viga simplemente apoyada de la figura, considerando que la misma está realizada con un perfil UPN

Acero F24 (tensión de fluencia $\sigma_y = 240\text{Mpa}$)

$$240\text{Mpa} = 2400\text{kgf/cm}^2 = 24\text{kN/cm}^2$$

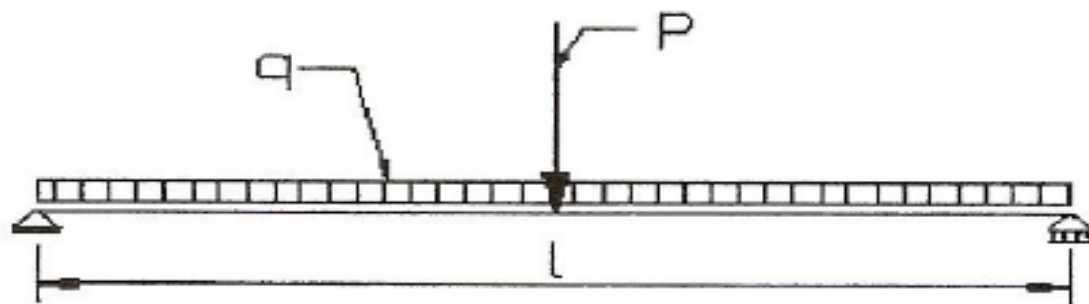
Datos:

$q_D = 5\text{kN/m}$ (carga permanente)

$q_L = 9\text{kN/m}$ (carga de uso o sobrecarga)

$P_D = 25\text{ kN}$ (carga permanente)

$L = 7\text{m}$



Datos:

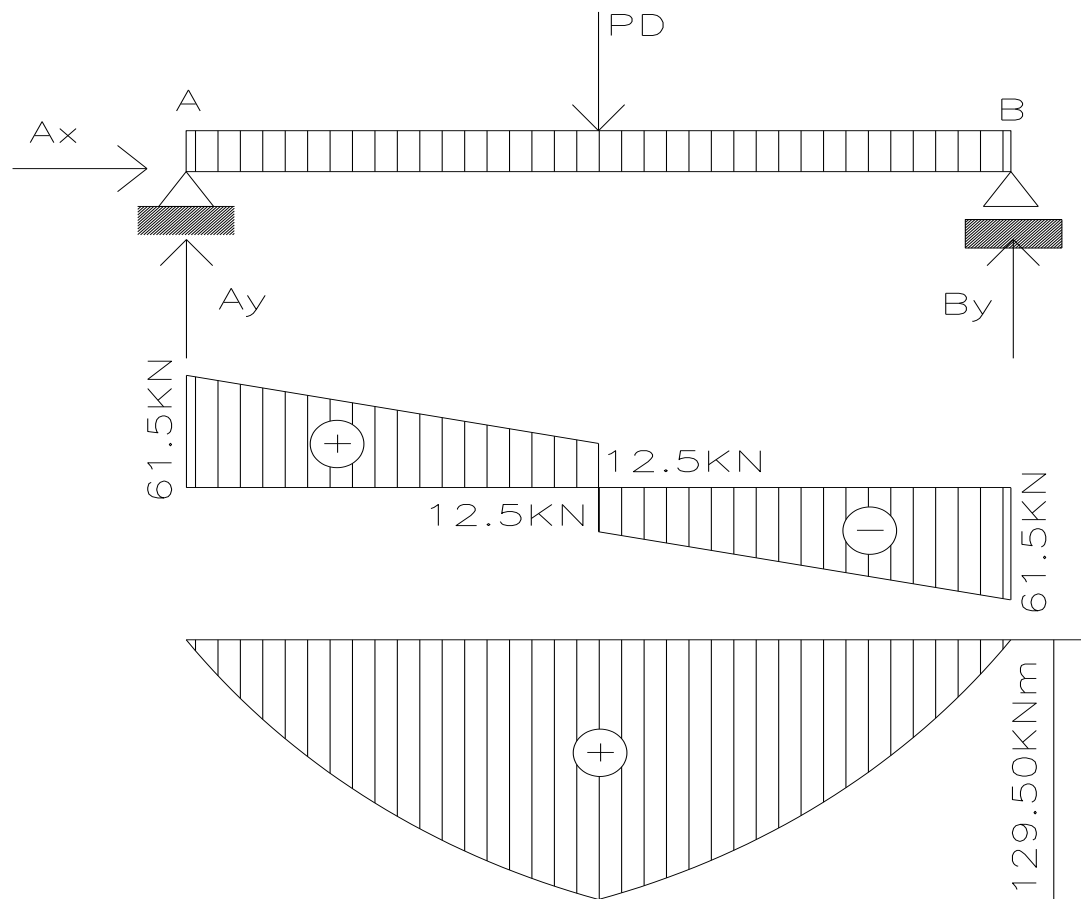
$q_D = 5\text{ kN/m}$ (carga permanente)

$q_L = 9\text{ kN/m}$ (carga de uso o sobrecarga)

$P_D = 25\text{ kN}$ (carga permanente)

$L = 7\text{ m}$

$q_D + q_L = 14\text{ KN/m}$



METODO ASD

REACCIONES:

$$A_y = B_y = \frac{(14\text{KNm} * 7\text{m})}{2} + \frac{25\text{KN}}{2} = 61.50\text{KN}$$

$$A_x = 0$$

CORTE:

$$Q_{Ad} = A_y = 61.50\text{KN}$$

$$Q_{pi} = 61.50\text{KN} - (14 * 3.50) = 12.5\text{ KN}$$

$$Q_{pd} = 61.50\text{KN} - (14 * 3.50) - 25\text{KN} = -12.50\text{ KN}$$

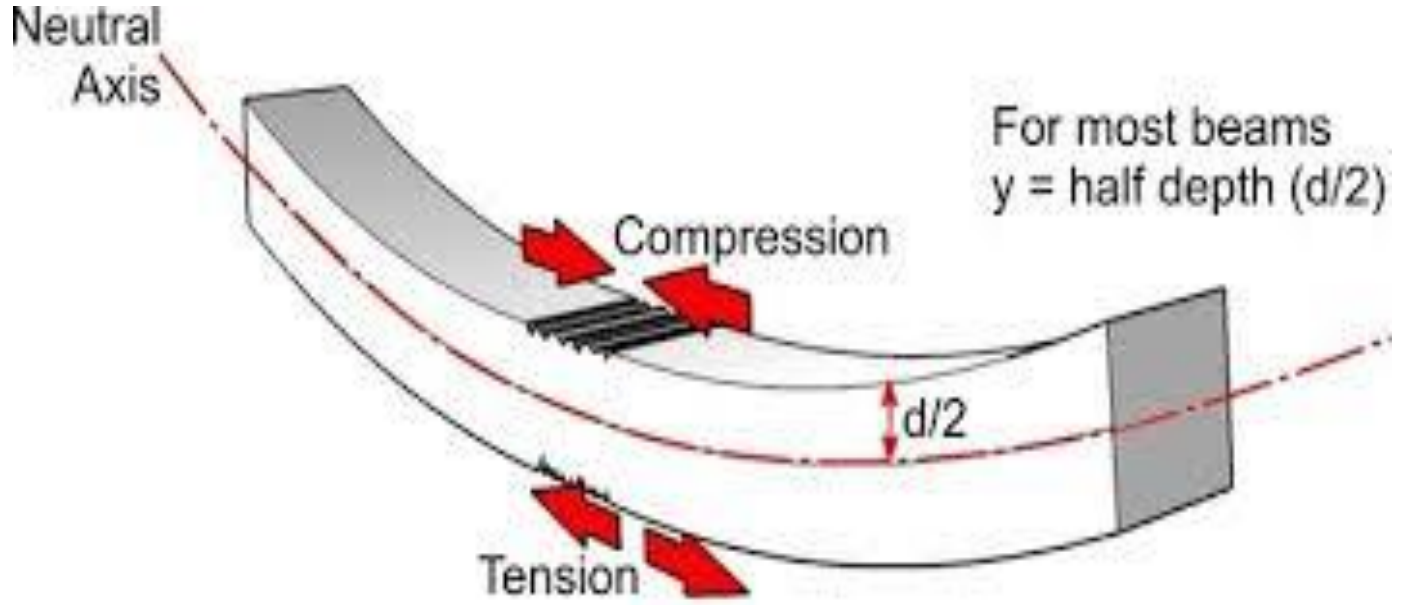
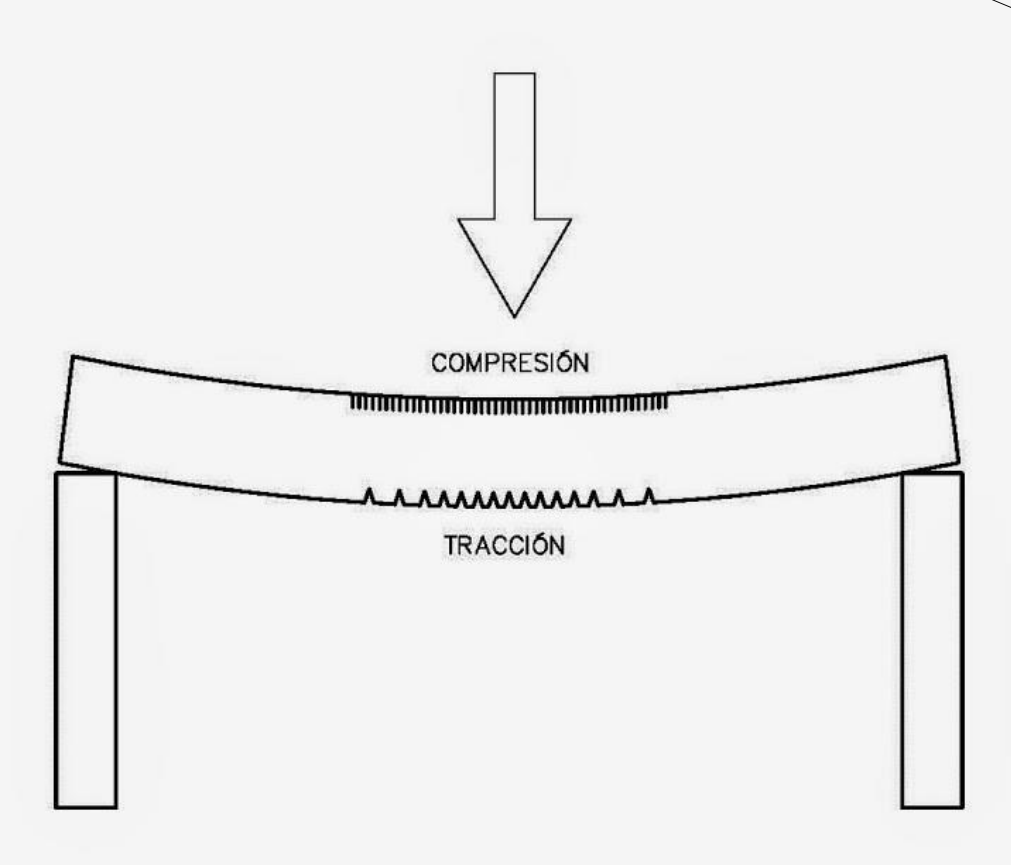
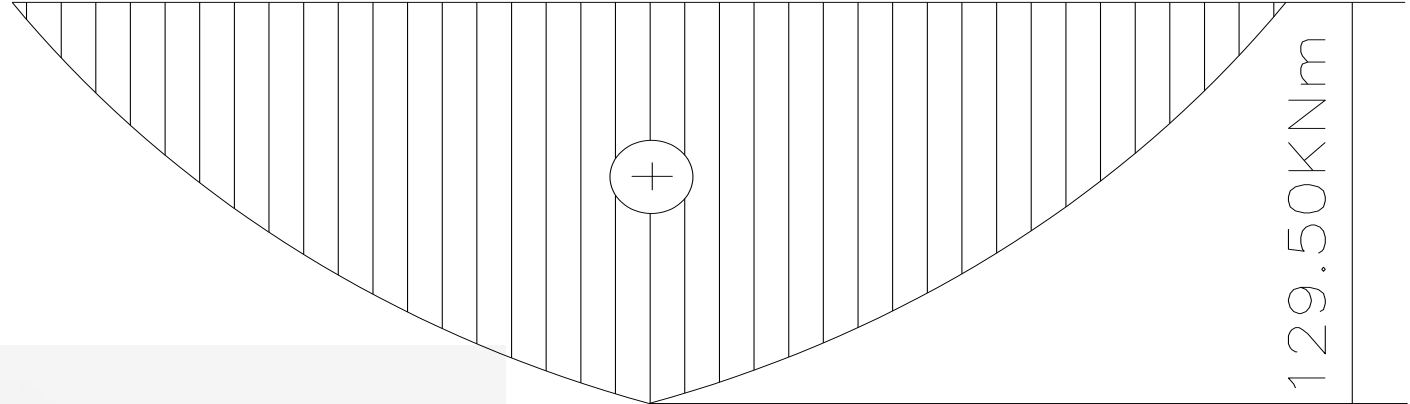
$$Q_{Bi} = 61.5\text{KN} - (14 * 7.00) - 25\text{KN} = -61.50\text{KN}$$

MOMENTOS:

$$M_A = M_B = 0$$

$$M_{L/2} = (61.50 * 3.50) - (14 * 3.50 * 1.75) = 129.50\text{ KNm}$$

METODO ASD



DISEÑO A FLEXION:

Tension de Fluencia: 240 Mpa = 24 KN/cm² – Coeficiente de Seguridad: 1.60 – Tension Admisible = 24/1.60 = 15 KN/cm²

Modulo Resistencia necesario:

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{12950 \text{ KNcm}}{15 \text{ KN/cm}^2} = 863.33 \text{ cm}^3$$

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.

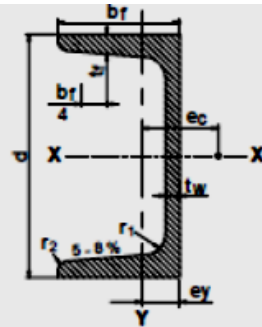
IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Circular.

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.

**UPN según
IRAM-IAS
U 500-509-2**

Para $U \leq 300$ pend.=8%
Para $U > 300$ pend.=5%



A_g = Área bruta de la sección transversal.

I = Momento de Inercia de la sección.
respecto de los ejes principales.

$r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro.

S = Módulo resistente elástico de la sección.

Q = Momento estático de media sección.

Z = Módulo plástico de la sección.

$e_y = \bar{X}$ = Distancia al centro gravedad.

e_c = Distancia al centro de corte.

J = Módulo de torsión.

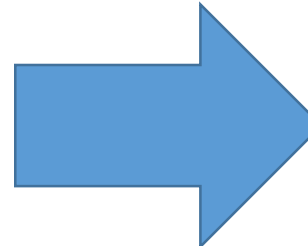
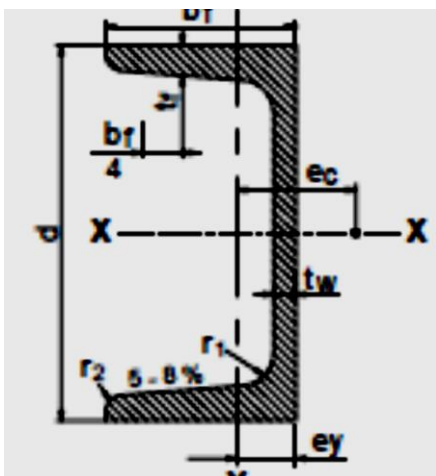
C_w = Módulo de alabeo.

X_1, X_2 = 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		A_g cm ²	Peso Kg/m	X - X				Y - Y					Distancias		Agujeros en el ala		Distancia agujero al borde		Espesor		J cm ⁴	C_w cm ⁶	X_1 MPa	X_2 (10) ⁴ MPa ²	Acero F-24				
	h	bf	tf=r ₁	hw	tw	r ₂	bf/tf	hw/tw			lx	Sx	rx	Qx	Zx	ly	Sy	ry	Qy	1,5.Sy	Zy	e _y	e _c	w ₁	d	w ₂	t ₁					t ₂	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	cm	cm	mm	mm	mm	mm					mm	cm	cm	cm	cm
320	320	100	17,5	246	14	8,75	5,71	17,8	75,80	59,50	10870	679	12,10	413	826	597	80,8	2,81	91,63	121	158,9	2,60	4,82	55	25	45	15,35	20,35	61,80	104418	27823	1,42	144	695	130	603
350	350	100	16	282	14	8	6,25	20,1	77,30	60,80	12840	734	12,90	459	918	570	75	2,72	88,72	113	149,6	2,40	4,45	55	25	45	13,85	18,85	56,39	123305	24829	2,46	140	616	126	521
380	380	102	16	313	13,5	8	6,38	23,2	80,40	63,10	15760	829	14,00	507	1014	615	78,7	2,77	93,75	118	156,8	2,38	4,58	60	25	42	13,79	18,89	56,39	158663	22420	3,74	142	583	128	479
400	400	110	18	324	14	9	6,11	23,1	91,50	71,80	20350	1020	14,90	618	1236	646	102	3,04	119,2	153	202,3	2,65	5,11	60	25	50	15,60	21,10	76,06	239940	22576	3,42	156	640	141	529



UPN400 => $d = 400 \text{ mm} - bf = 110 \text{ mm} - tf = 18 \text{ mm} - tw = 14 \text{ mm} - hw = 324 \text{ mm}$

Momento de Inercia con respecto al eje (x) ($I_x = 20350 \text{ cm}^4$)

Módulo Resistente con respecto al eje (x) ($S_x = 1020 \text{ cm}^3 > S_{nec.} = 863.33 \text{ cm}^3$)

Radio de Giro con respecto al eje (x) = 14.90 cm

Momento estático con respecto al eje (x) = 618 cm^3



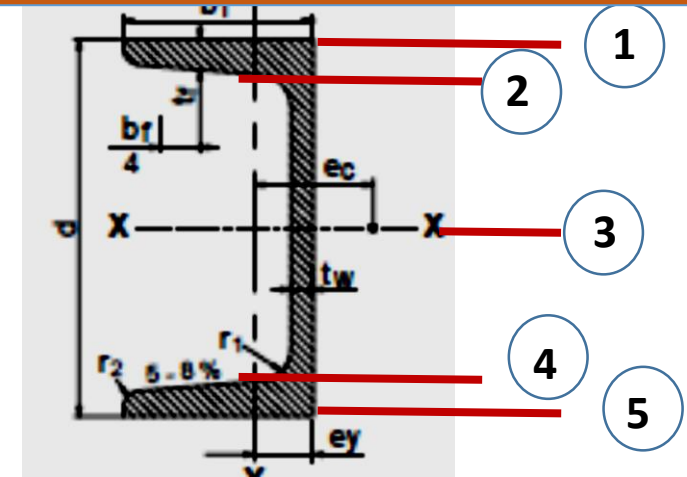
UPN400 => $d = 400 \text{ mm} - bf = 110 \text{ mm} - tf = 18 \text{ mm} - tw = 14 \text{ mm} - hw = 324 \text{ mm}$

Momento de Inercia con respecto al eje (x) ($I_x = 20350 \text{ cm}^4$)

Modulo Resistente con respecto al eje (x) ($S_x = 1020 \text{ cm}^3 > S_{nec.} = 863.33 \text{ cm}^3$)

Radio de Giro con respecto al eje (x) = 14.90 cm

Momento estático con respecto al eje (x) = 618 cm³



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 positivos la Fibra 1, se comprime)

$$\sigma_1 = -\frac{12950 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 20 \text{ cm} = -12.72 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{adm} = 15 \text{ KN/cm}^2$$

Tensiones en la Fibra (2) => $y = (200-18) = 182 \text{ mm} = 18.2 \text{ cm}$ (Para momentos positivos la Fibra 2, se comprime)

$$\sigma_2 = -\frac{12950 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 18.2 \text{ cm} = -11.58 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

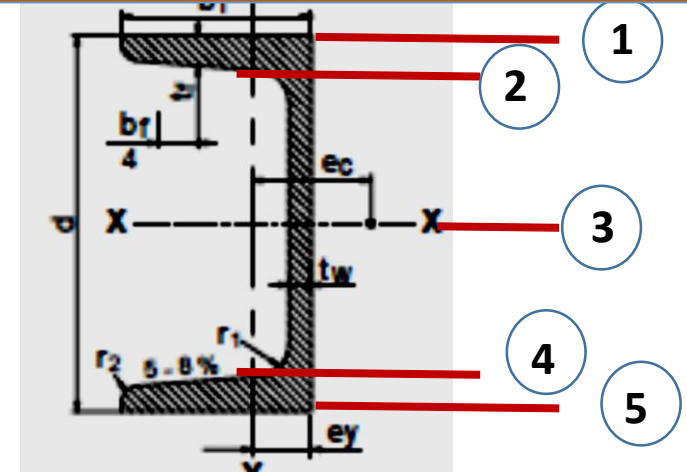
UPN400 $\Rightarrow d = 400 \text{ mm} - bf = 110 \text{ mm} - tf = 18 \text{ mm} - tw = 14 \text{ mm} - hw = 324 \text{ mm}$

Momento de Inercia con respecto al eje (x) ($I_x = 20350 \text{ cm}^4$)

Modulo Resistente con respecto al eje (x) ($S_x = 1020 \text{ cm}^3 > S_{nec.} = 863.33 \text{ cm}^3$)

Radio de Giro con respecto al eje (x) = 14.90 cm

Momento estático con respecto al eje (x) = 618 cm³



Tensiones en la Fibra (3) $\Rightarrow y = 0 \text{ cm}$ (Eje neutro de la sección \Rightarrow las fibras no se alargan ni se acortan)

$$\sigma_3 = 0$$

Tensiones en la Fibra (4) $\Rightarrow y = (200 - 18) = 182 \text{ mm} = 18.2 \text{ cm}$ (Para momentos positivos la Fibra 4, se alarga)

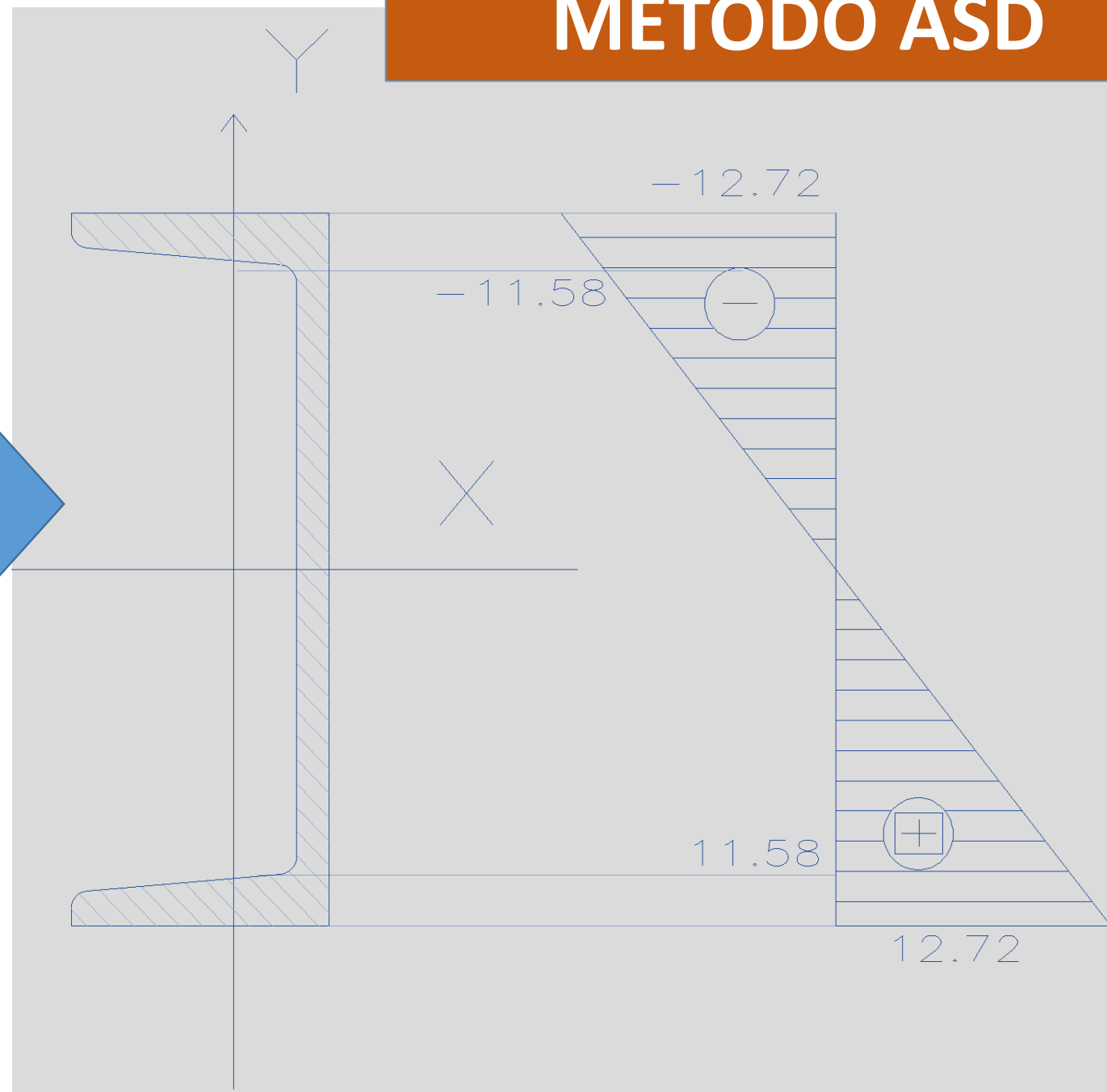
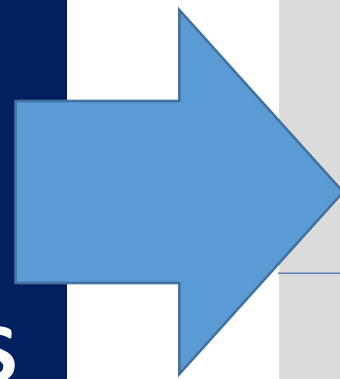
$$\sigma_1 = \frac{12950 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 18.2 \text{ cm} = 11.58 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Tensiones en la Fibra (5) $\Rightarrow y = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$ (Para momentos positivos la Fibra 5, se alarga)

$$\sigma_5 = \frac{12950 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 20 \text{ cm} = 12.72 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{adm} = 15 \text{ KN/cm}^2$$



**VARIACION DEL
DIAGRAMA DE
TENSIONES
NORMALES DEBIDAS
A FLEXION (Método
ASD)**



Datos:

$q_D = 5 \text{ kN/m}$ (carga permanente)
 $q_L = 9 \text{ kN/m}$ (carga de uso o sobrecarga)
 $P_D = 25 \text{ kN}$ (carga permanente)
 $L = 7 \text{ m}$

REACCIONES:

$$A_y = B_y = \frac{(21.9 \text{ KNm} * 7 \text{ m})}{2} + \frac{35 \text{ KN}}{2} = 94.15 \text{ KN}$$

$$A_x = 0$$

CORTE:

$$Q_{Ad} = A_y = 94.15 \text{ KN}$$

$$Q_{pi} = 94.15 \text{ KN} - (21.9 * 3.50) = 17.5 \text{ KN}$$

$$Q_{pd} = 94.15 \text{ KN} - (21.9 * 3.50) - 35 \text{ KN} = -17.50 \text{ KN}$$

$$Q_{Bi} = 94.15 \text{ KN} - (21.9 * 7.00) - 35 \text{ KN} = -94.15 \text{ KN}$$

MOMENTOS:

$$M_A = M_B = 0$$

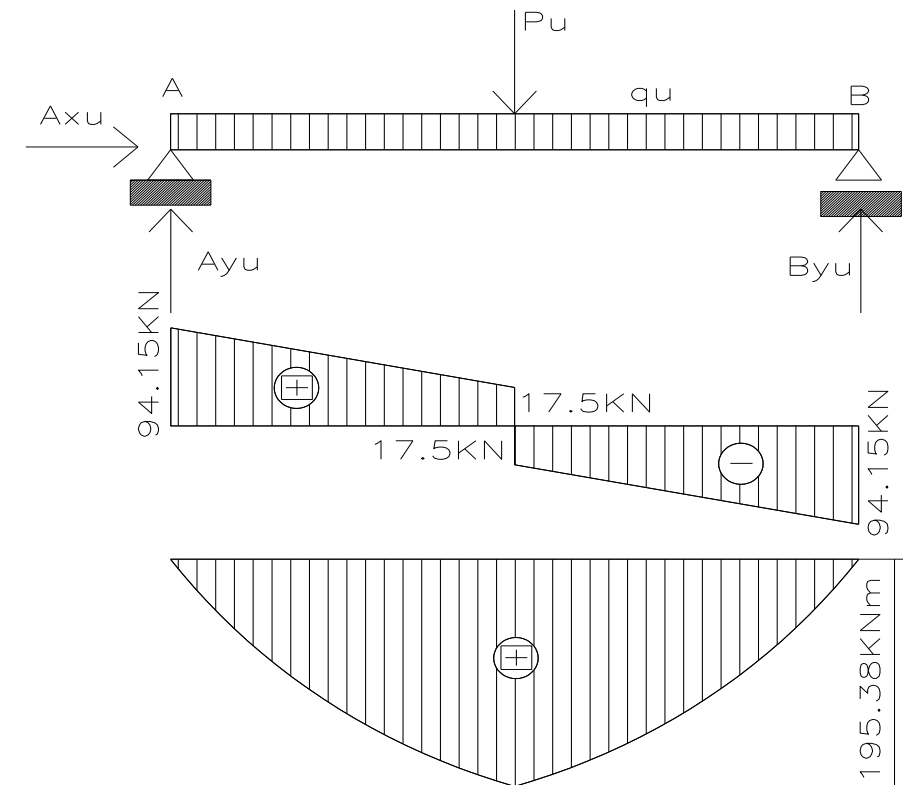
$$M_{L/2} = (94.15 * 3.50) - (21.9 * 3.50 * 1.75) = 195.38 \text{ KNm}$$

$$q_u = 1.20D + 1.60L$$

$$q_u = 1.4D$$

$$q_u = 1.20 * \frac{5 \text{ KN}}{\text{m}} + 1.60 * \frac{9 \text{ KN}}{\text{m}} = 21.90 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$q_{u(P)} = 1.40 * 25 \text{ KN} = 35 \text{ KN}$$



DISEÑO A FLEXION:

Tension de Fluencia: 240 Mpa = 24 KN/cm² – Coeficiente Reduccion de Resistencia $\phi = 0.90$ – Tension reducida = 24*0.90 = 21.60 KN/cm²

Modulo Resistencia necesario:

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{19538 \text{ KNcm}}{21.60 \text{ KN/cm}^2} = 904.53 \text{ cm}^3$$

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.

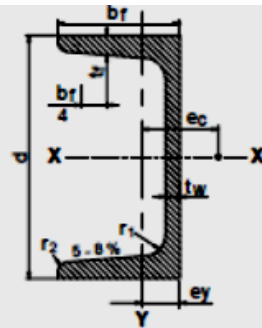
IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Circular.

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.

**UPN según
IRAM-IAS
U 500-509-2**

Para $U \leq 300$ pend.=8%
Para $U > 300$ pend.=5%



A_g = Área bruta de la sección transversal.

I = Momento de Inercia de la sección.
respecto de los ejes principales.

$r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro.

S = Módulo resistente elástico de la sección.

Q = Momento estático de media sección.

Z = Módulo plástico de la sección.

$e_y = \bar{x}$ = Distancia al centro gravedad.

e_c = Distancia al centro de corte.

J = Módulo de torsión.

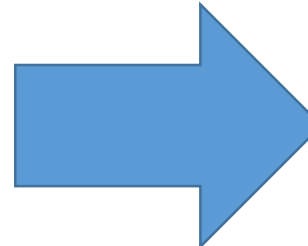
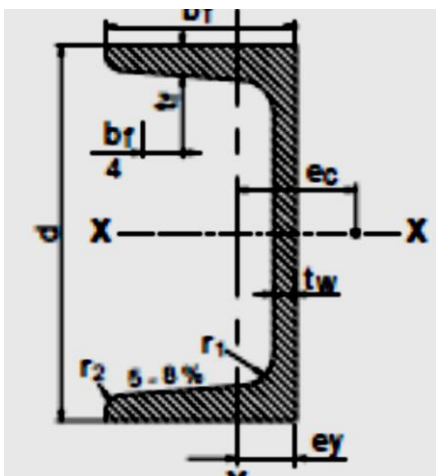
C_w = Módulo de alabeo.

X_1, X_2 = 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		A_g cm ²	Peso Kg/m	X - X				Y - Y					Distancias		Agujeros en el ala		Distancia agujero al borde		Espesor		J cm ⁴	C_w cm ⁶	X_1 MPa	X_2 (10) ⁴ MPa ²	Acero F-24				
	h	bf	tf=r ₁	hw	tw	r ₂	bf/tf	hw/tw			lx	Sx	rx	Qx	Zx	ly	Sy	ry	Qy	1,5.Sy	Zy	e _y	e _c	w ₁	d	w ₂	t ₁					t ₂	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	cm	cm	mm	mm	mm	mm					mm	cm	cm	cm	cm
320	320	100	17,5	246	14	8,75	5,71	17,8	75,80	59,50	10870	679	12,10	413	826	597	80,8	2,81	91,63	121	158,9	2,60	4,82	55	25	45	15,35	20,35	61,80	104418	27823	1,42	144	695	130	603
350	350	100	16	282	14	8	6,25	20,1	77,30	60,80	12840	734	12,90	459	918	570	75	2,72	88,72	113	149,6	2,40	4,45	55	25	45	13,85	18,85	56,39	123305	24829	2,46	140	616	126	521
380	380	102	16	313	13,5	8	6,38	23,2	80,40	63,10	15760	829	14,00	507	1014	615	78,7	2,77	93,75	118	156,8	2,38	4,58	60	25	42	13,79	18,89	56,39	158663	22420	3,74	142	583	128	479
400	400	110	18	324	14	9	6,11	23,1	91,50	71,80	20350	1020	14,90	618	1236	646	102	3,04	119,2	153	202,3	2,65	5,11	60	25	50	15,60	21,10	76,06	239940	22576	3,42	156	640	141	529



UPN400 => $d = 400 \text{ mm} - bf = 110 \text{ mm} - tf = 18 \text{ mm} - tw = 14 \text{ mm} - hw = 324 \text{ mm}$

Momento de Inercia con respecto al eje (x) ($I_x = 20350 \text{ cm}^4$)

Módulo Resistente con respecto al eje (x) ($S_x = 1020 \text{ cm}^3 > S_{nec.} = 904.53 \text{ cm}^3$)

Radio de Giro con respecto al eje (x) = 14.90 cm

Momento estático con respecto al eje (x) = 618 cm^3



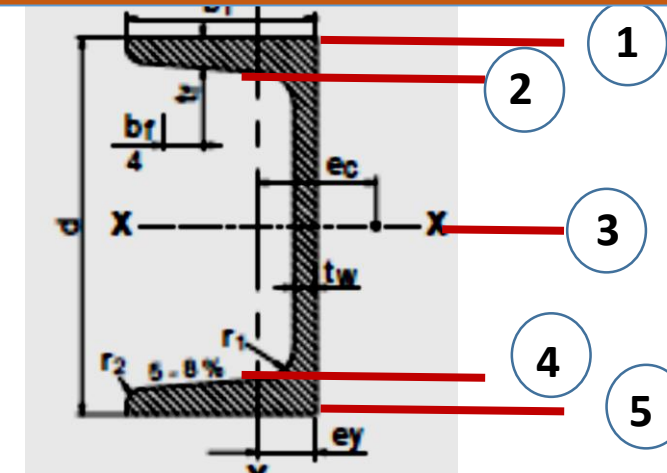
UPN400 => $d = 400 \text{ mm} - bf = 110 \text{ mm} - tf = 18 \text{ mm} - tw = 14 \text{ mm} - hw = 324 \text{ mm}$

Momento de Inercia con respecto al eje (x) ($I_x = 20350 \text{ cm}^4$)

Modulo Resistente con respecto al eje (x) ($S_x = 1020 \text{ cm}^3 > S_{nec.} = 904.53 \text{ cm}^3$)

Radio de Giro con respecto al eje (x) = 14.90 cm

Momento estático con respecto al eje (x) = 618 cm³



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 positivos la Fibra 1, se comprime)

$$\sigma_1 = -\frac{19538 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 20 \text{ cm} = -19.20 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{red} = 21.60 \text{ KN/cm}^2$$

Tensiones en la Fibra (2) => $y = (200-18) = 182 \text{ mm} = 18.2 \text{ cm}$ (Para momentos positivos la Fibra 2, se comprime)

$$\sigma_2 = -\frac{19538 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 18.2 \text{ cm} = -17.47 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

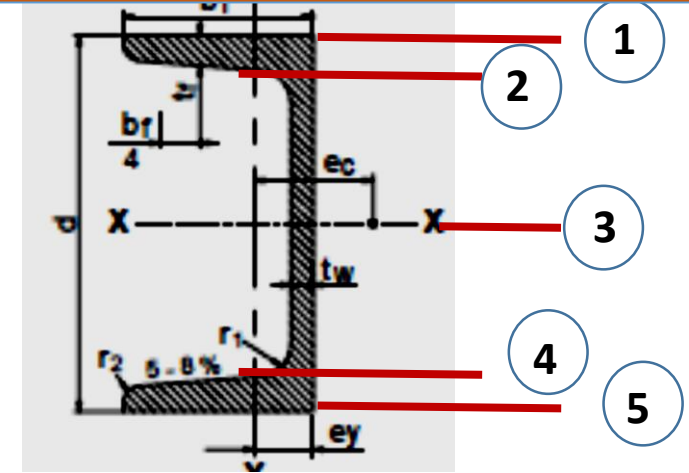
UPN400 => $d = 400 \text{ mm} - b_f = 110 \text{ mm} - t_f = 18 \text{ mm} - t_w = 14 \text{ mm} - h_w = 324 \text{ mm}$

Momento de Inercia con respecto al eje (x) ($I_x = 20350 \text{ cm}^4$)

Modulo Resistente con respecto al eje (x) ($S_x = 1020 \text{ cm}^3 > S_{nec.} = 904.53 \text{ cm}^3$)

Radio de Giro con respecto al eje (x) = 14.90 cm

Momento estático con respecto al eje (x) = 618 cm³



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

$$\sigma_3 = 0$$

Tensiones en la Fibra (4) => $y = (200 - 18) = 182 \text{ mm} = 18.2 \text{ cm}$ (Para momentos positivos la Fibra 4, se alarga)

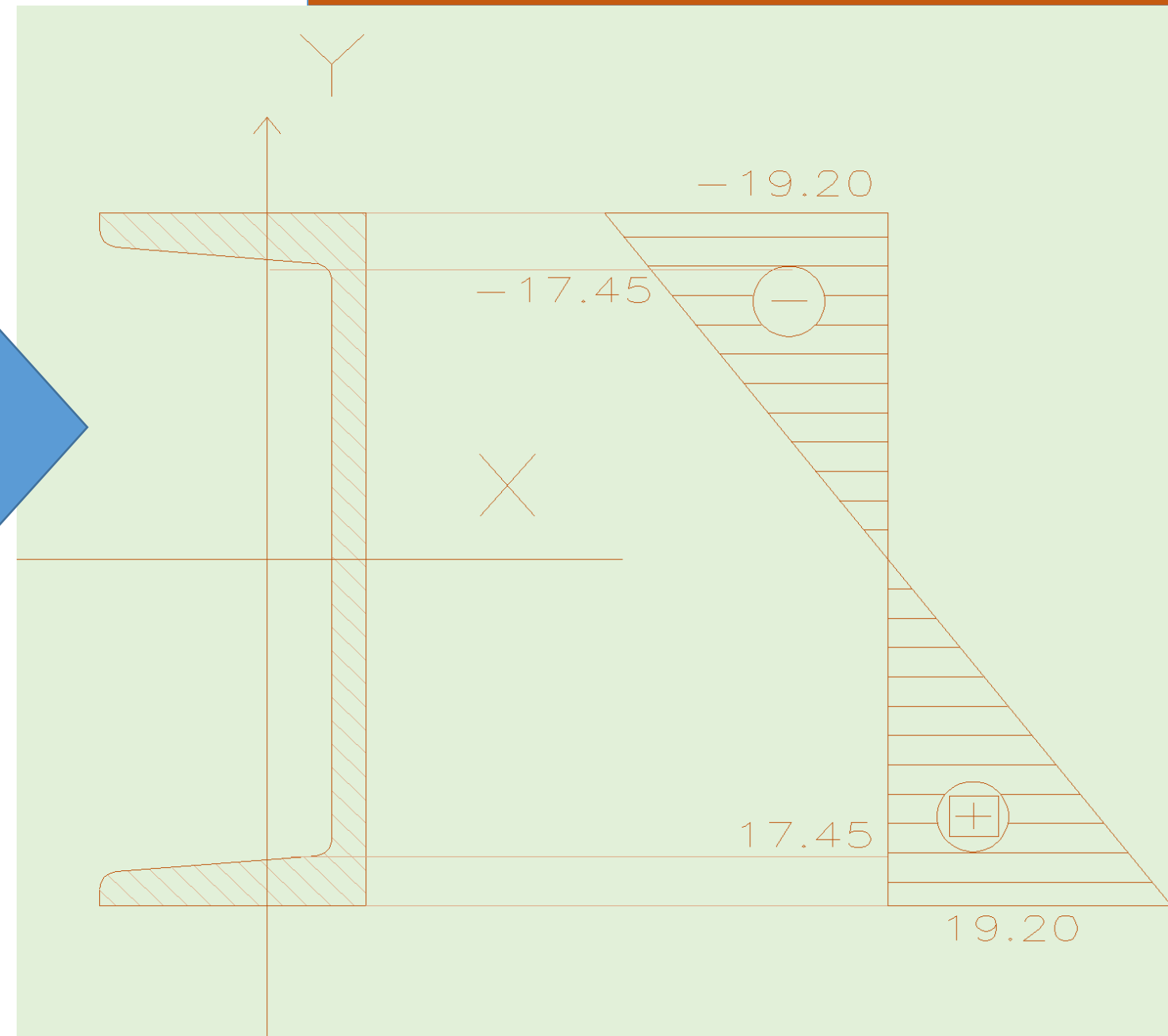
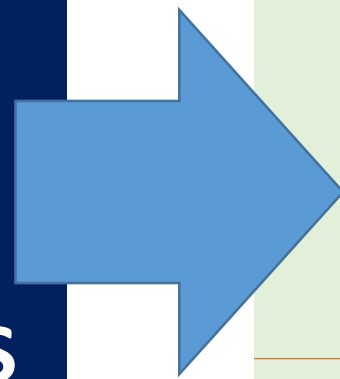
$$\sigma_1 = \frac{19538 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 18.2 \text{ cm} = 17.47 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

Tensiones en la Fibra (5) => $y = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$ (Para momentos positivos la Fibra 5, se alarga)

$$\sigma_5 = \frac{19538 \text{ KNcm}}{20350 \text{ cm}^4} * 20 \text{ cm} = 19.20 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{red} = 21.60 \text{ KN/cm}^2$$



**VARIACION DEL
DIAGRAMA DE
TENSIONES
NORMALES DEBIDAS
A FLEXION (Método
LRFD)**





EL GRUPO DE TRABAJO DEBERA COMPLETAR LOS EJERCICIOS DEL TP8

