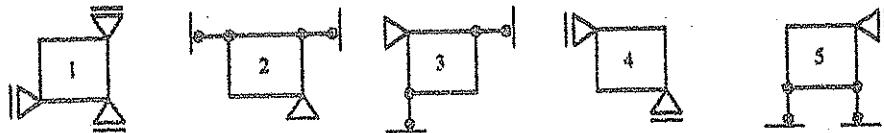


Teoría

- 1- Analizar la estabilidad de las siguientes chapas. Indicar si son estables o inestables. En caso de ser estable decir si es isostática o hiperestática. En el caso de ser inestable, decir si es un hipostático o una forma crítica e indicar el grado de libertad que le queda.

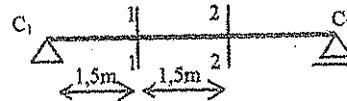
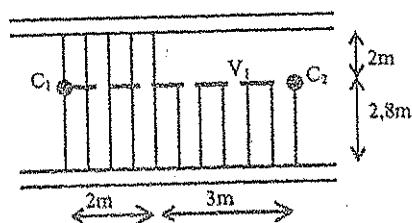


- 2- Utilizando bieles, apoyos móviles o apoyos fijos vincular las siguientes chapas isostáticamente. No repetir ninguna vinculación del ejercicio 1

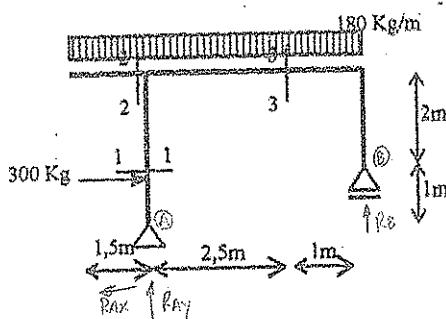


Práctica

- 1- Dado el siguiente entrepiso determinar reacciones y trazar diagrama de cuerpo libre de la viga 1(V₁). Para evaluar la carga utilizar el criterio simplificado de zona de carga.
Determinar M y Q en las secciones indicadas. La carga estimada es q = 250 Kg/m²



- 2- En la siguiente estructura determinar reacciones, trazar DCL y calcular M, Q y N en las secciones indicadas. Confeccionar un cuadro con los valores de los esfuerzos internos.



$$\sum MA = 0 \Rightarrow (300 \cdot 1) - (180 \cdot 1,5 \cdot 0,75) + (180 \cdot 3,5 \cdot 1,75) - (R_B \cdot 3,5) = 0$$

$$300 - 102,5 + 102,5 - R_B \cdot 3,5 = 0$$

$$1200 - R_B \cdot 3,5 = 0$$

$$R_B = \frac{1200}{3,5}$$

$$R_B = 342,85$$

$$\sum Kx = 0 \Rightarrow 300 - R_A x = 0$$

$$R_A = 300$$

$$\sum MB = 0 \Rightarrow (300 \cdot 1) + (R_A \cdot 3,5) - (180 \cdot 3,5 \cdot 2,5) = 0$$

$$300 + (R_A \cdot 3,5) - 2250 = 0$$

$$R_A \cdot 3,5 = 1950 = 0$$

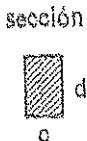
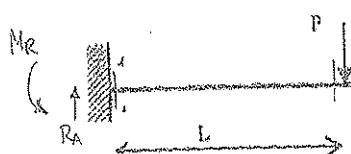
$$R_A = \frac{1950}{3,5}$$

$$R_A = 557,14$$

Teoría

1- En la siguiente viga determinar σ_{\max} y τ_{\max} en función de los datos, indicar las secciones y los puntos en donde se producen y trazar diagramas de σ y τ en las secciones más solicitadas.

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{c \cdot d^3}{12}$$



$$\tau_{\max} = 1,5 \cdot Q \cdot X$$

Datos
L, P, c, d

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \cdot y_{\max}$$

$$M_E = -P \cdot L \cdot I_x$$

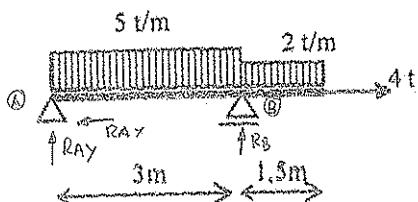
$$\sigma_{\max} = \frac{|M_E|}{C \cdot d^2} \cdot \frac{1}{12}$$

2- Definir tensión tangencial. Explicar.

Práctica

En la siguiente estructura:

- Analizar la estabilidad
- Determinar reacciones. Verificar. Trazar DCL
- Trazar diagramas de esfuerzos internos. Verificar M, N, Q .
- Calcular σ_{\max} y τ_{\max}
- Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada. Ubicar eje neutro



Sección
IPN 240

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow (5 \cdot 3 \cdot 1,5) + (2 \cdot 1,5 \cdot 3,75) - (R_B \cdot 3) = 0$$

$$22,5 + 18,75 - (R_B \cdot 3) = 0$$

$$41,25 - (R_B \cdot 3) = 0$$

$$\sum x = 0 \Rightarrow -R_Ax + 4t = 0$$

$R_Ax = 4t$

$$R_B = \frac{4t}{3}$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow (R_A \cdot 3) - (5 \cdot 3 \cdot 1,5) + (2 \cdot 1,5 \cdot 3,75) = 0$$

$$(R_A \cdot 3) - 22,5 + 2,25 = 0$$

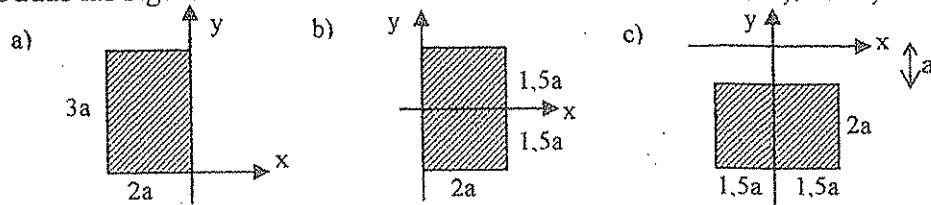
$$(R_A \cdot 3) - 20,25 = 0$$

$$R_A = 20,25$$

$R_A = 6,75$

Teoría

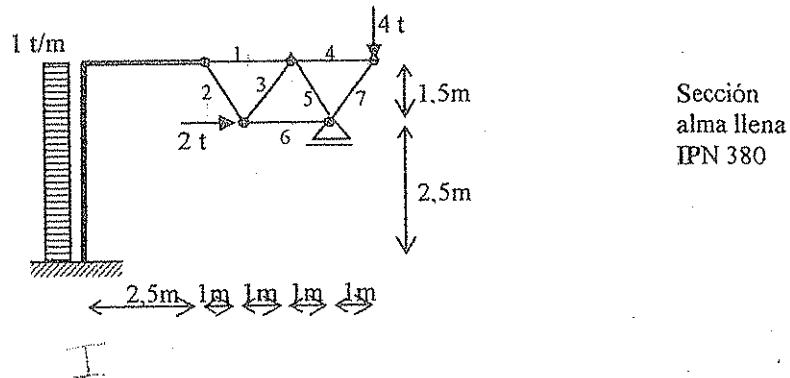
Dadas las siguientes secciones determinar en cada caso: S_x , S_y , I_x e I_y



Práctica

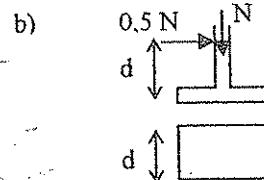
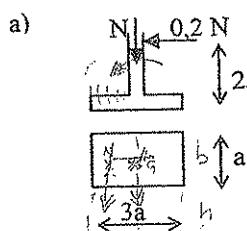
En la siguiente estructura:

- Analizar la estabilidad
- Determinar reacciones e interacciones. Verificar. Trazar DCL de cada chapa.
- Calcular los esfuerzos en las barras del reticulado y verificar la seguridad de la barra 4 siendo un LPN 25-5 de alas iguales, $F_y = 2350 \text{ Kg/cm}^2$. Considerar las cargas actuantes debidas a peso propio.
- Trazar diagramas de esfuerzos internos en la chapa de alma llena y verificar su seguridad si $\sigma_{adm} = 1,4 \text{ t/cm}^2$ y $\tau_{adm} = 0,8 \text{ t/cm}^2$



Teoría

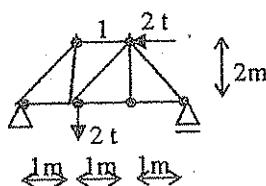
Determinar para cada caso σ_{\max} y el diagrama de σ en la sección de contacto base-suelo en función de los datos. Justificar la respuesta.



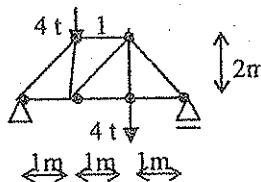
Práctica

1-En la barra 1 verificar condiciones de seguridad según normas CIRSOC. Siendo: sección de la barra LPN 45/6, $E=2100 \text{t}/\text{cm}^2$, $F_y=2,35 \text{t}/\text{cm}^2$. Considerar los siguientes estados de carga

Peso propio



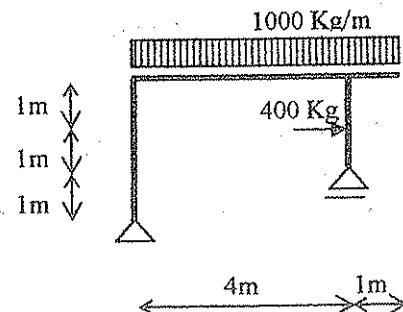
Sobrecarga accidental



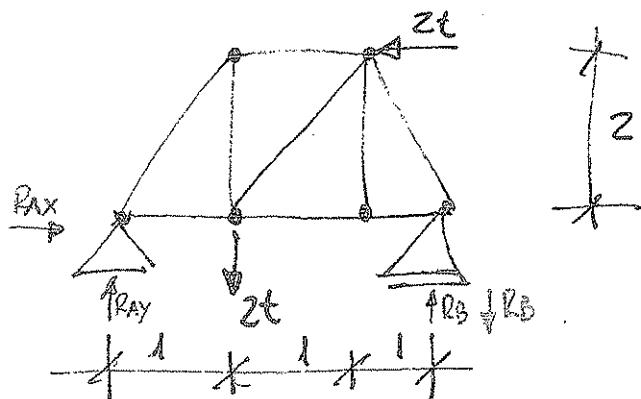
2-En la siguiente estructura:

a) Determinar reacciones. Verificar. Trazar DCL.

b) Trazar diagramas de esfuerzos internos y dimensionar con IPN siendo $\sigma_{adm}=1400 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ y $\tau_{adm}=800 \text{ Kg}/\text{cm}^2$



$$\exists x = 0 \Rightarrow \boxed{f(A)x = 2t}$$



$$\Sigma A = 0 \Rightarrow (2.1) - (2t.2) - (8.3) = 0$$

$$E_{\text{ME}} = E_{\text{EE}} = R_{B,3} = 0$$

$$-2tu = R_{\beta+1} \circ$$

$$R_B = \frac{2t_m}{3}$$

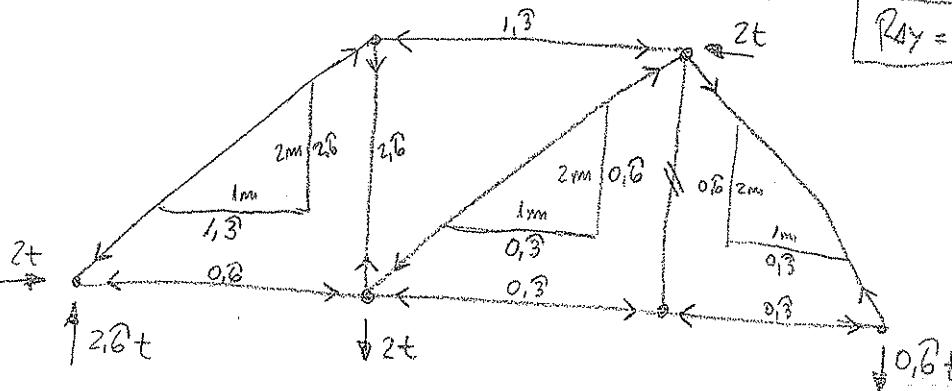
$$R_3 = 0,6t$$

$$\sum B = 0 \Rightarrow ((4x+3) - (2t+2) - (2.2)) = 0$$

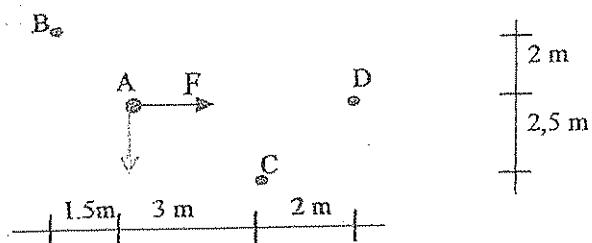
$$R\omega_3 - 4t_m - 4\bar{t}_m = 0$$

Ray. 3 - $\beta_{f_n} = 0$

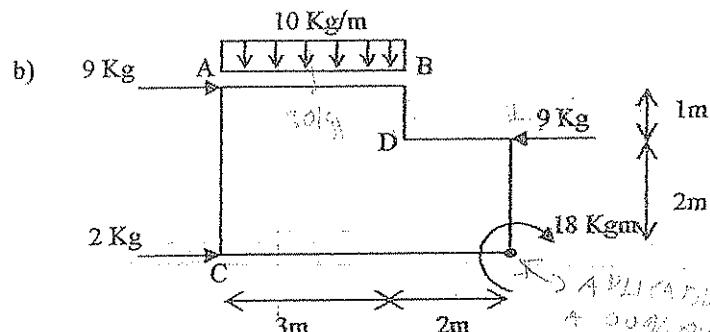
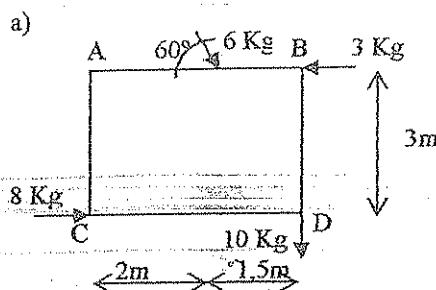
$$RAY = \frac{8t\pi}{3\pi}$$



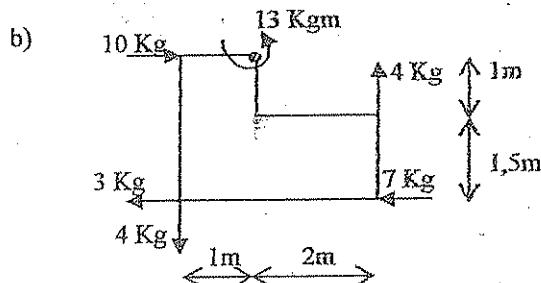
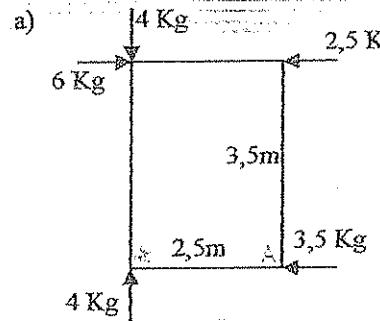
Tema: Sistemas de fuerzas. Resultante del sistema. Momento del sistema. Equivalencia. Reducción. Equilibrio.

1- Determinar el momento de la fuerza F de 6 Kg aplicada en A, con respecto a los puntos B, C y D2- Girar F 90° en sentido-horario y repetir el ejercicio 1.

3- Dados los siguientes sistemas de fuerzas determinar su resultante y los momentos de los sistemas respecto de los puntos A,B,C y D

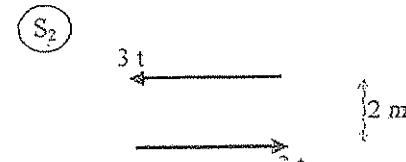
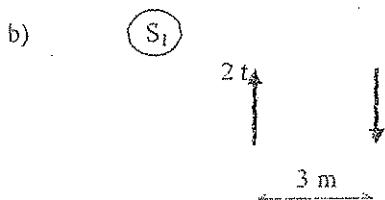
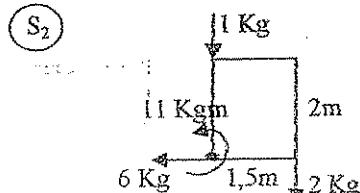
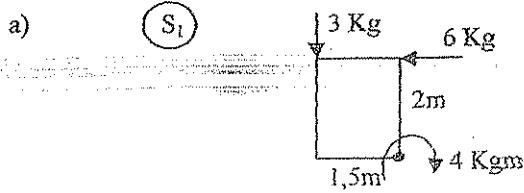


4- Indicar si los siguientes sistemas de fuerzas son o no equilibrados. Justificar la respuesta.



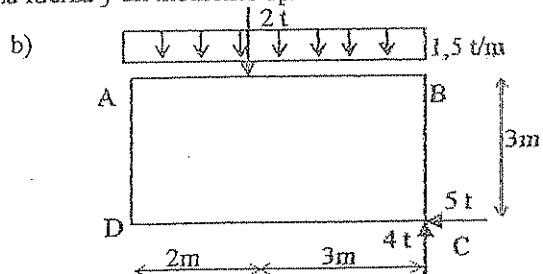
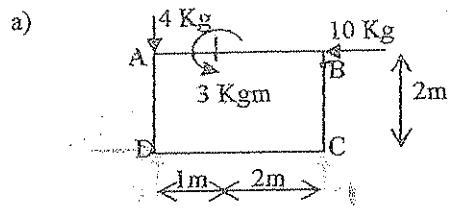
5- Reducir los sistemas de fuerzas del ejercicio 3 a una fuerza y un momento aplicados en el punto D.

6 -Indicar si estos sistemas de fuerzas son equivalentes. Justificar la respuesta.

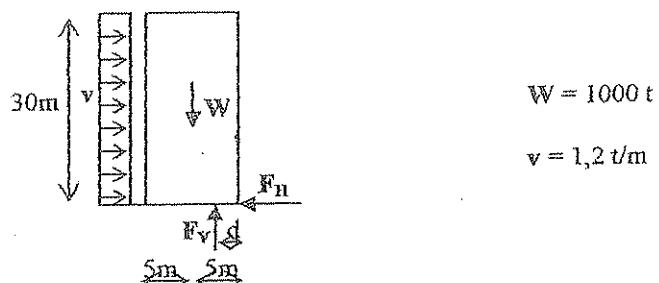


7- Dado los siguientes sistemas de fuerzas determinar:

- Resultante del sistema (módulo, dirección, sentido y componentes ortogonales).
- Momento del sistema respecto de cada uno de los vértices del rectángulo.
- Un sistema equivalente al dado consistente en una fuerza y un momento aplicados en C
- Un sistema equivalente al dado consistente en una fuerza y un momento aplicados en A



8- El siguiente croquis representa un edificio de peso W sometido a la acción del viento v. El suelo está en condiciones de proveer acciones F_H y F_V capaces de equilibrar el sistema. Determinar F_H , F_V y la distancia d para lograrlo.



9- En el ejercicio anterior determinar el nuevo valor de d si la acción del viento aumenta hasta llegar a 2 t/m .

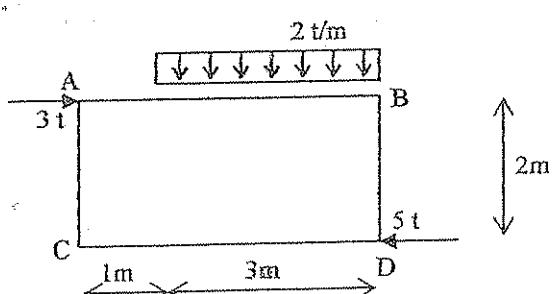
10- En el ejercicio 8 determinar el valor de d si el edificio tuviera 40m de altura.

11- En el ejercicio 8 determinar cuánto tendría que ser la acción del viento v para que se produjese al vuelco del edificio.

12- Equilibrar el sistema de fuerzas del ejercicio 7a con una fuerza vertical aplicada en D, una fuerza horizontal en D y una fuerza vertical en C.

13- Equilibrar el sistema de fuerzas del ejercicio 7b con una fuerza vertical, una fuerza horizontal y una copla aplicadas en el punto medio del lado AD.

14- Dado el siguiente sistema de fuerzas determinar una única fuerza y su punto de aplicación sobre el lado CD, de manera que equilibre a dicho sistema.



Tema: Sistema de fuerzas. Resultante del sistema. Momento del sistema. Equivalencia. Reducción. Equilibrio.

1) $M_B = -12 \text{ tm}$ $M_C = +15 \text{ tm}$ $M_D = 0$

2) $M_B = +9 \text{ tm}$ $M_C = -18 \text{ tm}$ $M_D = -30 \text{ tm}$

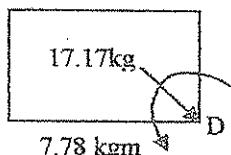
3)
a) $R_x = 8 \text{ kg}$ $R_y = -15.19 \text{ kg}$ $M_A = 21.38 \text{ kgm}$ $M_B = -31.78 \text{ kgm}$ $M_C = 45.38 \text{ kgm}$ $M_D = -7.78 \text{ kgm}$

b) $R_x = 2 \text{ kg}$ $R_y = -30.0 \text{ kg}$ $M_A = 66 \text{ kgm}$ $M_B = -24 \text{ kgm}$ $M_C = 72 \text{ kgm}$ $M_D = -22 \text{ kgm}$

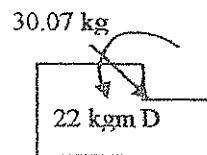
4)
a) No es equilibrado $\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $\Sigma M = 12.25 \text{ tm}$ (respecto vértice superior izquierdo)

b) Es equilibrado $\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $\Sigma M = 0$

5a)



5b)



6a) Son equivalentes

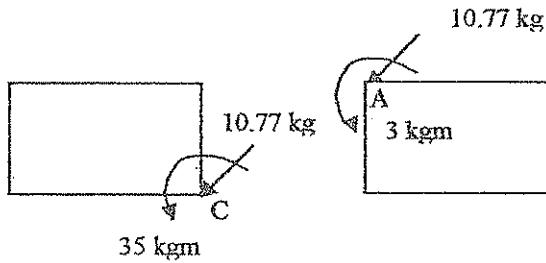
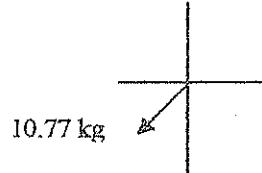
$$\begin{array}{lll} S_1 & \Sigma F_x = -6 \text{ kg} & \Sigma F_y = -3 \text{ kg} \\ & \Sigma M = -12.5 \text{ kgm} & \text{(momento respecto del vértice inferior derecho)} \\ S_2 & \Sigma F_x = -6 \text{ kg} & \Sigma F_y = -3 \text{ kg} \\ & \Sigma M = -12.5 \text{ kgm} & \text{(momento respecto del vértice inferior derecho)} \end{array}$$

6b) No son equivalentes

$$\begin{array}{lll} S_1 & \Sigma F_x = 0 & \Sigma F_y = 0 \\ & \Sigma M = +6 \text{ tm} & \\ S_2 & \Sigma F_x = 0 & \Sigma F_y = 0 \\ & \Sigma M = -6 \text{ tm} & \end{array}$$

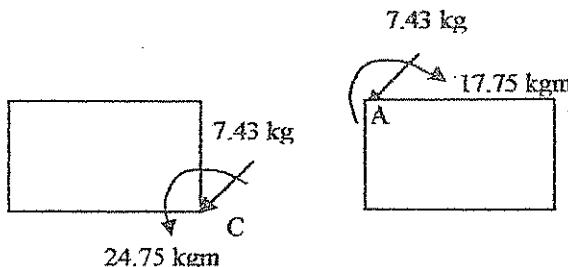
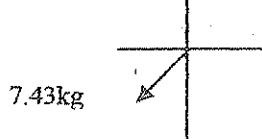
7a)

$$\begin{aligned} R_x &= -10 \text{ kg} \\ R_y &= -4 \text{ kg} \\ M_A &= -3 \text{ tm} \\ M_B &= -15 \text{ tm} \\ M_C &= -35 \text{ tm} \\ M_D &= -23 \text{ tm} \end{aligned}$$



7b)

$$\begin{aligned} R_x &= -5 \text{ kg} \\ R_y &= -5.5 \text{ kg} \\ M_A &= 17.75 \text{ tm} \\ M_B &= -9.75 \text{ tm} \\ M_C &= -24.75 \text{ tm} \\ M_D &= 2.75 \text{ tm} \end{aligned}$$



8)

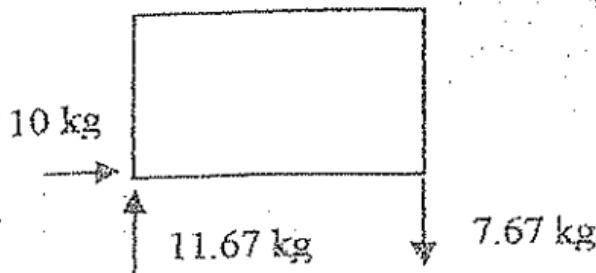
$$F_H = -36t \quad F_V = 1000t \quad d = 4.46 \text{ m}$$

9) $d = 4.10 \text{ m}$

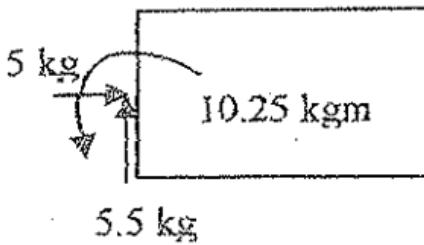
10) $d = 4.04 \text{ m}$

11) $v > 11.11 \text{ t/m}$

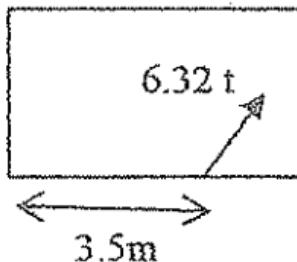
12)



13)

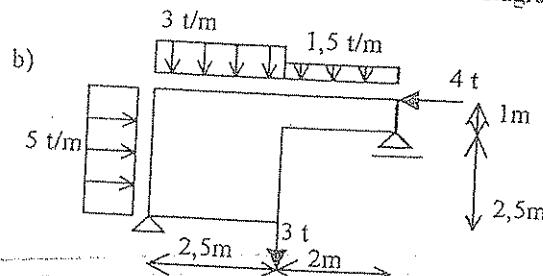
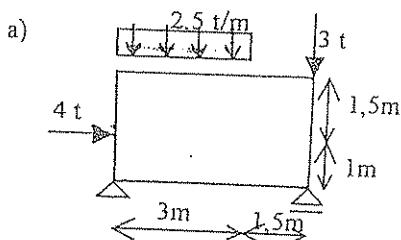


14)



Tema: Vínculos en el plano. Diagrama de cuerpo libre. Reacciones. Análisis de estabilidad

- 1- Dadas las siguientes chapas determinar las reacciones de vínculo. Verificar resultados. Trazar diagramas de cuerpo libre de las mismas.



- 2- En la siguiente viga calcular las reacciones de vínculo según los seis estados de carga indicados. Realizar verificaciones y trazar diagrama de cuerpo libre en cada caso



E_1 : Carga repartida desde A hasta C de intensidad $g = 0,5 \text{ t/m}$

E_2 : Carga repartida desde A hasta B de intensidad $q = 2,5 \text{ t/m}$

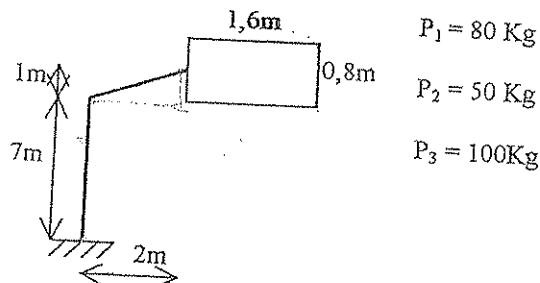
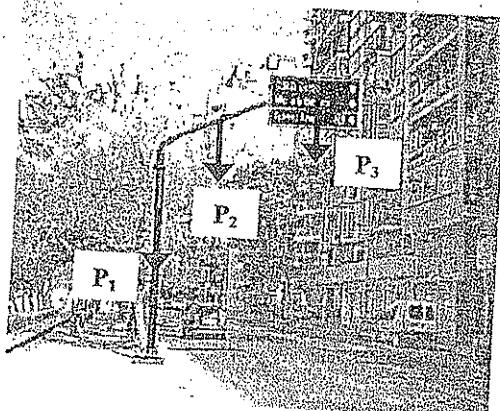
E_3 : Carga repartida desde B hasta C de intensidad $q = 2,5 \text{ t/m}$

$$E_4 = E_1 + E_2$$

$$E_5 = E_1 + E_3$$

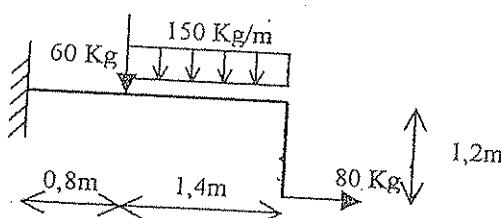
$$E_6 = E_1 + E_2 + E_3$$

- 3- Determinar las reacciones y trazar el diagrama de cuerpo libre correspondiente al siguiente cartel indicador, estando sometido a la acción de su propio peso (P_1 , P_2 y P_3)



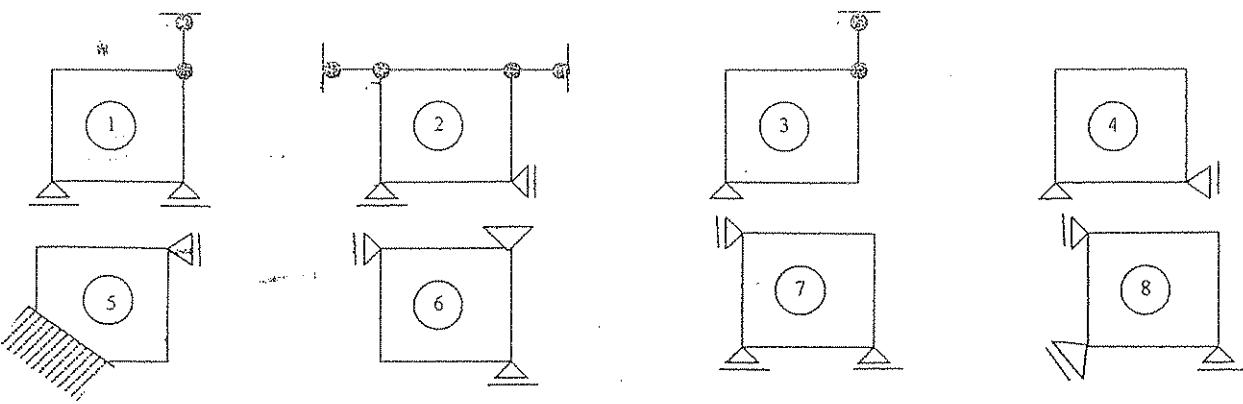
- 4- Repetir el ejercicio 3 si además del peso propio, está actuando la acción lateral del viento cuya resultante es una fuerza horizontal $H = 55 \text{ Kg}$ hacia la derecha aplicada en la columna a 4 m sobre el empotramiento.

- 5- Determinar reacciones y trazar diagrama de cuerpo libre de la siguiente ménsula.



- 6- En los siguientes sistemas de vinculación en el plano:

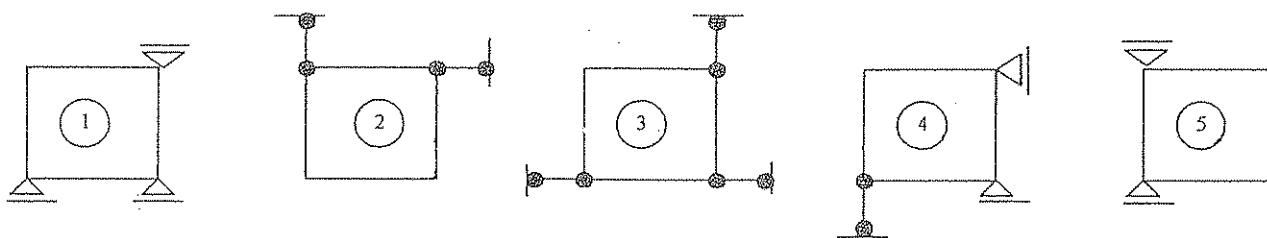
- a) Analizar la estabilidad
 b) En caso de poder producirse un corrimiento, indicar cuál y dibujar la fuerza que podría originarlo.
 c) En caso de ser estable indicar si se trata de un isostático o de un hiperestático. Justificar la respuesta. Dibujar las reacciones posibles.



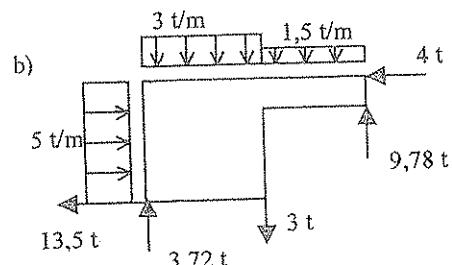
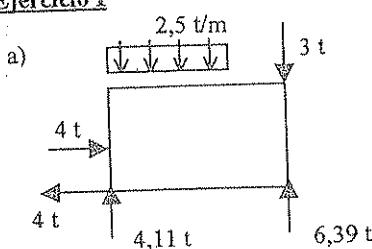
7- Dado los siguientes sistemas planos

a) Analizar la estabilidad

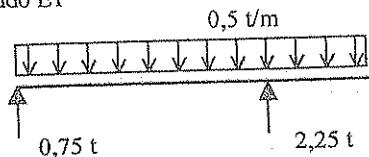
b) En el caso que sean inestables agregar los vínculos necesarios o cambiar de lugar los que posee de manera de convertirlos en sistemas isostáticos



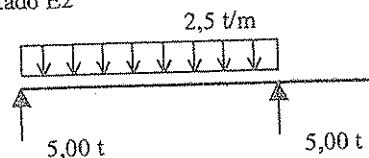
Tema: Vínculos en el plano. Diagrama de cuerpo libre. Reacciones. Análisis de estabilidad

Ejercicio 1Ejercicio 2

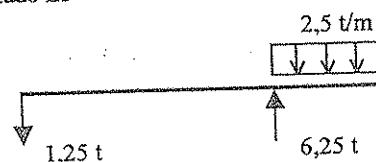
Estado E1



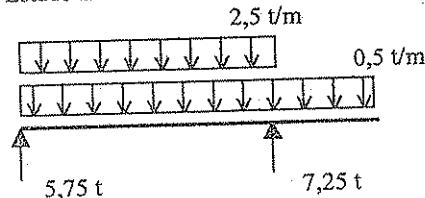
Estado E2



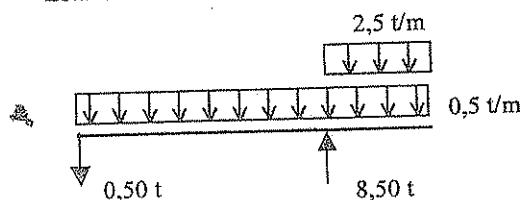
Estado E3



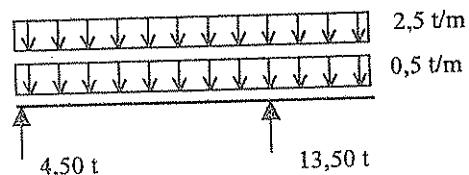
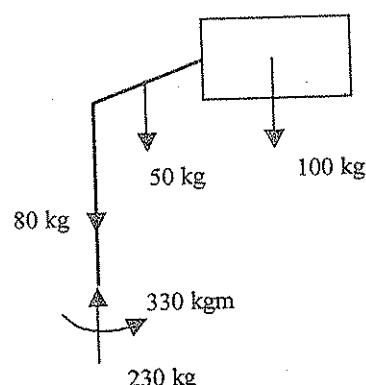
Estado E4



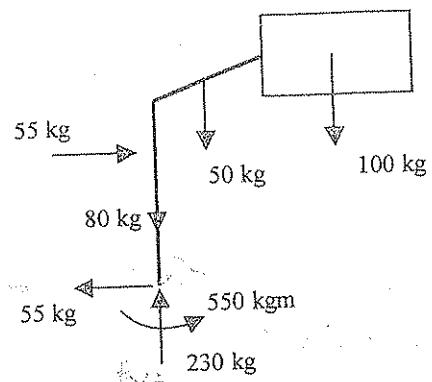
Estado E5



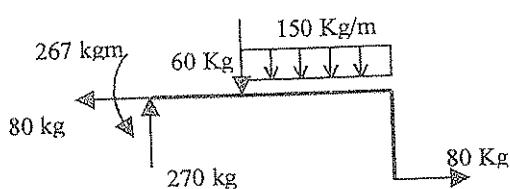
Estado E6

Ejercicio 3

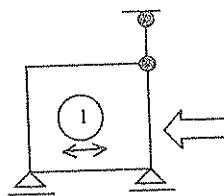
Ejercicio 4



Ejercicio 5

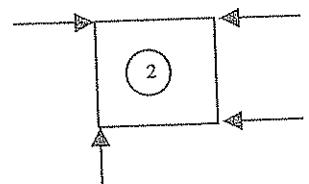


Ejercicio 6



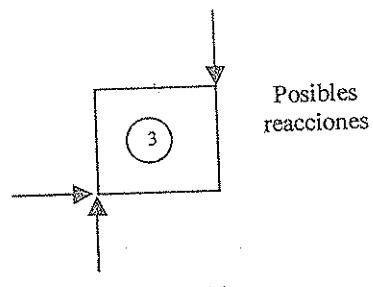
Fuerza que
puede originar el
movimiento

Inestable. Corrimiento según X



Posibles
reacciones

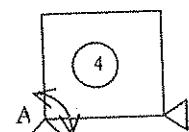
Estable, hiperestático



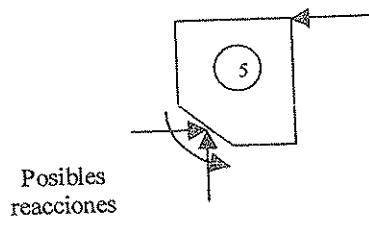
Posibles
reacciones

Estable, isostático

Fuerza que
puede originar el
movimiento



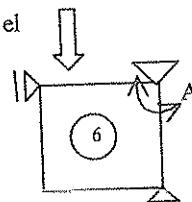
Inestable. Pequeño giro alrededor de A



Posibles
reacciones

Estable, hiperestático

Fuerza que
puede originar el
movimiento

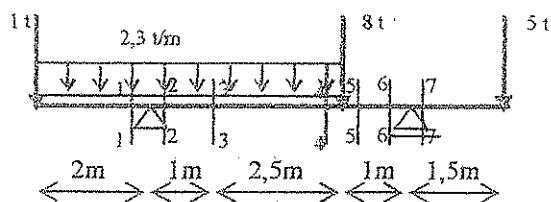


Inestable. Pequeño giro alrededor de A

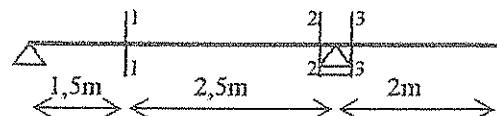
Tema: Esfuerzos internos en estructuras lineales planas

1- En la siguiente viga:

Analizar la estabilidad. Determinar reacciones. Verificar resultados. Trazar DCL. Determinar M, Q y N en las secciones indicadas. Croquizar la deformación que sufren las rodajitas en cada caso.

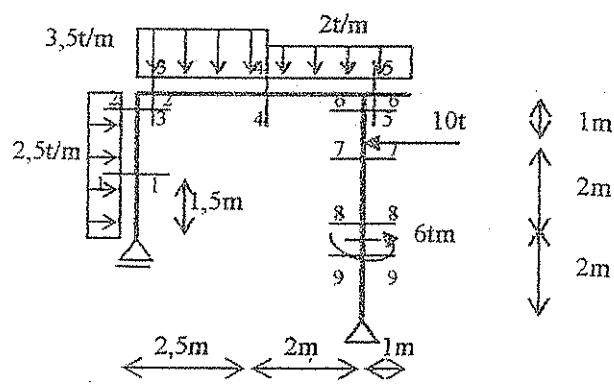


2- En la viga del ejercicio número 2 del Trabajo Práctico N°2 determinar M, Q y N en las secciones indicadas para los seis estados de carga dados

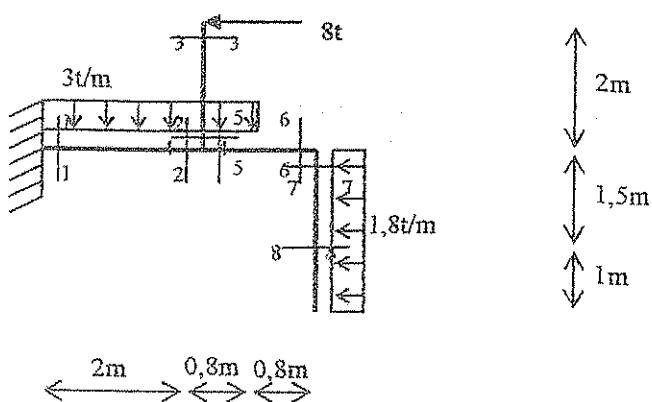


3- En el siguiente pórtico:

Analizar la estabilidad. Determinar reacciones. Verificar resultados. Trazar DCL. Determinar M, Q y N en las secciones indicadas. Croquizar la deformación que sufren las rodajitas en cada caso.



4- Analizar la estabilidad. Determinar reacciones. Verificar resultados. Trazar DCL. Determinar M, Q y N en las secciones indicadas. Croquizar la deformación que sufren las rodajitas en cada caso.



Tema: Esfuerzos internos en estructuras lineales planas

1)

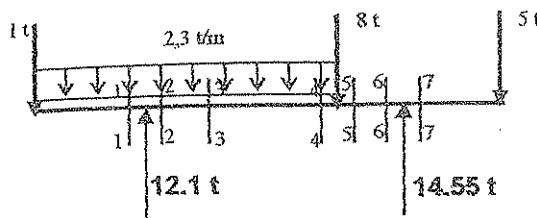


DIAGRAMA CUERPO LIBRE

	M [tm]	Q [t]	N [t]
1-1	6.60 ⌘	5.60 ↓	0
2-2	6.60 ⌘	6.50 ↑	0
3-3	1.25 ⌘	4.20 ↑	0
4-4	2.05 ⌘	1.55 ↓	0
5-5	2.05 ⌘	9.55 ↓	0
6-6	7.50 ⌘	9.55 ↓	0
7-7	7.50 ⌘	5.00 ↑	0

2)

	M [tm]	Q [t]	N [t]
E1	1-1	0.56 ⌘	0
	2-2	1.00 ⌘	1.25 ↓
	3-3	1.00 ⌘	1.00 ↑
E2	1-1	4.69 ⌘	1.25 ↑
	2-2	0	5.00 ↓
	3-3	0	0
E3	1-1	1.88 ⌘	1.25 ↓
	2-2	5.00 ⌘	1.25 ↓
	3-3	5.00 ⌘	5.00 ↑
E4	1-1	5.25 ⌘	1.25 ↑
	2-2	1.00 ⌘	6.25 ↓
	3-3	1.00 ⌘	1.00 ↑
E5	1-1	1.31 ⌘	1.25 ↓
	2-2	6.00 ⌘	2.50 ↓
	3-3	6.00 ⌘	6.00 ↑
E6	1-1	3.38 ⌘	0
	2-2	6.00 ⌘	7.50 ↓
	3-3	6.00 ⌘	6.00 ↑

3)

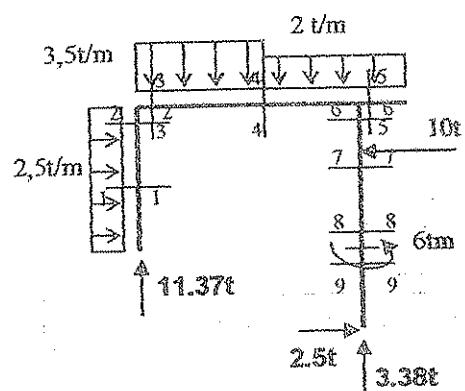


DIAGRAMA CUERPO LIBRE

	M [tm]	Q [t]	N [t]
1-1	2.81 $\leftarrow\rightleftharpoons$	3.75 \leftarrow	-11.37
2-2	11.25 $\leftarrow\rightleftharpoons$	7.50 \leftarrow	-11.37
3-3	11.25 $\leftarrow\rightleftharpoons$	11.37 \downarrow	-7.50
4-4	6.25 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.62 \downarrow	-7.50
5-5	1.00 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.00 \downarrow	0
6-6	8.50 $\leftarrow\rightleftharpoons$	7.50 \leftarrow	-3.38
7-7	16.00 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.50 \leftarrow	-3.38
8-8	11.00 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.50 \leftarrow	-3.38
9-9	5.00 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.50 \leftarrow	-3.38

4)

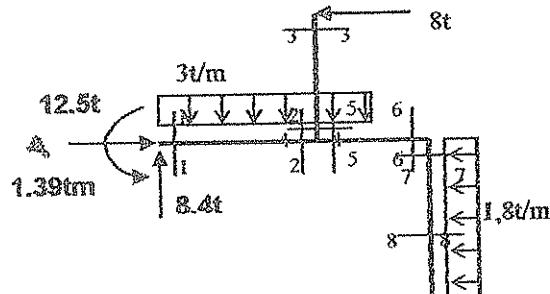


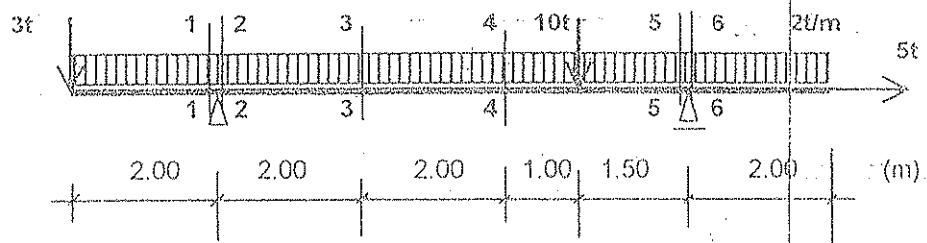
DIAGRAMA CUERPO LIBRE

	M [tm]	Q [t]	N [t]
1-1	1.39 $\leftarrow\rightleftharpoons$	8.40 \downarrow	-12.50
2-2	9.41 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.40 \downarrow	-12.50
3-3	0	8.00 \leftarrow	0
4-4	16.00 $\leftarrow\rightleftharpoons$	8.00 \leftarrow	0
5-5	6.59 $\leftarrow\rightleftharpoons$	2.40 \downarrow	-4.5
6-6	5.62 $\leftarrow\rightleftharpoons$	0	-4.5
7-7	5.62 $\leftarrow\rightleftharpoons$	4.50 \leftarrow	0
8-8	0.99 $\leftarrow\rightleftharpoons$	1.80 \leftarrow	0

TALLER DE FISICA II - CATEDRA ING. PATANE
 TRABAJO PRACTICO N° 3
 2005

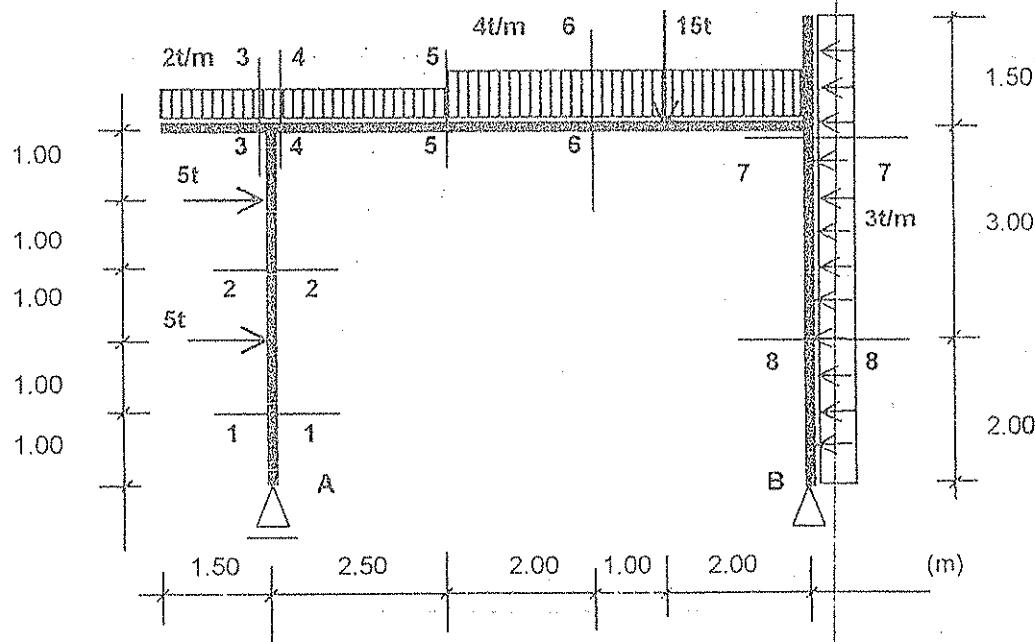
- 22) En la siguiente viga:

Analizar estabilidad. Determinar reacciones. Verificar resultados. Trazar DCL
 Determinar M, Q, N en las secciones indicadas (calcular por ambos lados y controlar)
 Croquizar la deformación que sufren las rodajitas en cada caso.



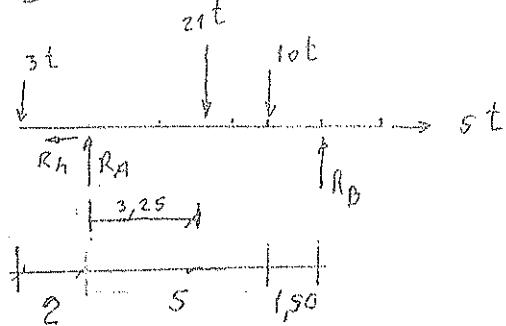
- 23) En el siguiente pórtico:

Analizar estabilidad. Determinar reacciones. Verificar resultados. Trazar DCL
 Determinar M, Q, N en las secciones indicadas (calcular por ambos lados y controlar)
 Croquizar la deformación que sufren las rodajitas en cada caso.



$$22) Q_T = 2 \frac{t}{m} \cdot 10,5m = 21t$$

DCL



$$\sum M_A: -3t \cdot 2m + 21t \cdot 3,25m + 10t \cdot 5m - R_B \cdot 6,5m = 0$$

$$R_B = 17,27t$$

$$\sum F_y: R_A + R_B - 3t - 21t - 10t = 0$$

$$R_A = 16,73t$$

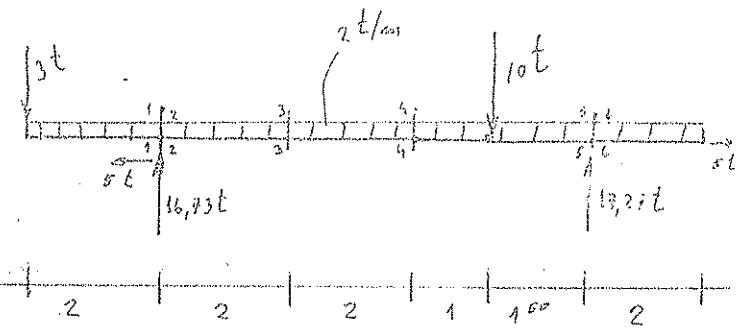
$$\sum F_x: -R_h + 5t = 0$$

$$R_h = 5t$$

Verificación

$$\sum M_B: -3t \cdot 8,5m + 16,73 \cdot 6,5m - 21t \cdot 3,25m - 10t \cdot 1,5m = 0$$

Secciones:



Sección 11

$$N_{11} = 3t \cdot 2m + \left(2 \frac{t}{m} \cdot 2m \right) \cdot 1m = 10t \text{ m } \quad (1)$$

(por el otro lado (derecho))

$$M_{11} = \left(2 \frac{t}{m} \cdot 8,5m \right) \cdot 4,25m + 10t \cdot 5m = 17,27t \cdot 6,50m = 10t \text{ m } \quad (2)$$

$$Q_{11} = -3t - 2 \frac{t}{m} \cdot 2m = 7t \quad \checkmark$$

o del lado derecho:

$$Q_{11} = -2 \frac{t}{m} \cdot 8,5m + 16,73t - 10t + 17,27t = 7t \quad \checkmark$$

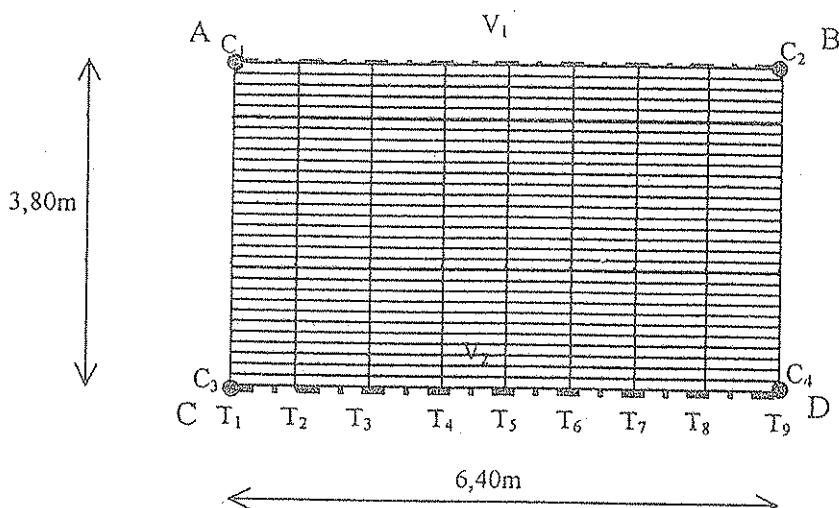
$$N_{11} = 0$$

o del lado derecho

$$N_{11} = -5t + 5t = 0$$

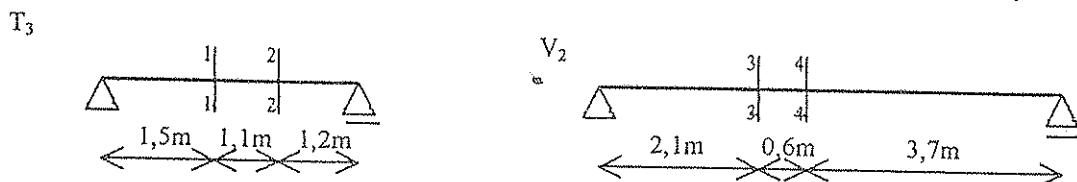
Tema: Entrepisos de madera

1- Un entrepiso de madera se construye en un local de un shopping para ser usado como depósito de mercaderías. Las dimensiones en planta son 3,80m x 6,40m. El entrepiso apoya sobre dos vigas laterales V_1 y V_2 que a su vez son sostenidas por las columnas C_1 , C_2 y C_3 , C_4 respectivamente. Está compuesto por tirantes paralelos a AC equidistantes apoyados sobre las vigas los cuales soportan los listones de pequeño espesor con dirección AB. Observar el croquis

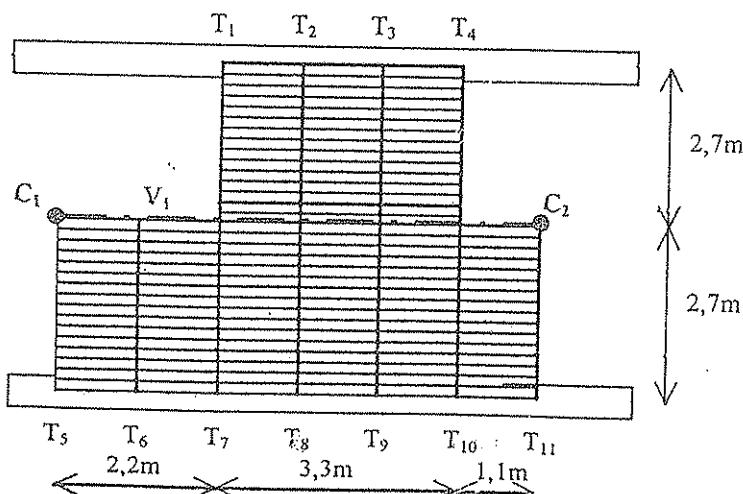


Se estima la carga total que debe soportar (peso propio más sobrecarga accidental) en 180 Kg/m^2
Se solicita:

- Realizar un dibujo en perspectiva del entrepiso destacando los distintos miembros que lo componen.
- Trazar DCL de: una franja de 1m de ancho de los listones, un tirante genérico, la viga V_1 y la columna C_1 ; indicando las reacciones e interacciones correspondientes.
- Determinar M, Q y N en las siguientes secciones del tirante T_3 y de la viga V_2 . Dibujar las rodajitas deformadas.



2- El siguiente croquis representa la proyección en planta de un entrepiso de madera

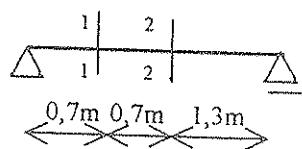


El entrepiso consta de 11 tirantes equidistantes apoyados en las paredes laterales y en la viga V_1 . Esta se apoya en sus extremos en las columnas C_1 y C_2 . Los listones se disponen paralelos a la viga.
Se estima una carga total de 200 Kg/m^2 .

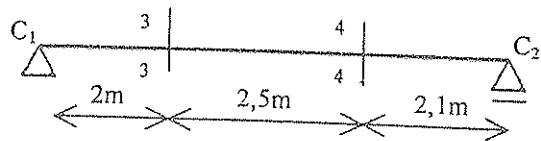
Se solicita:

- a) Realizar un dibujo en perspectiva del entrepiso destacando los distintos miembros que lo componen.
 b) Trazar DCL de: una franja de 1m de ancho de los listones, un tirante genérico, la viga V_1 y la columna C_1 ; indicando las reacciones e interacciones correspondientes.
 c) Determinar M , Q y N en las siguientes secciones del tirante T_8 y de la viga V_1 . Dibujar las rodajitas deformadas.

T_8

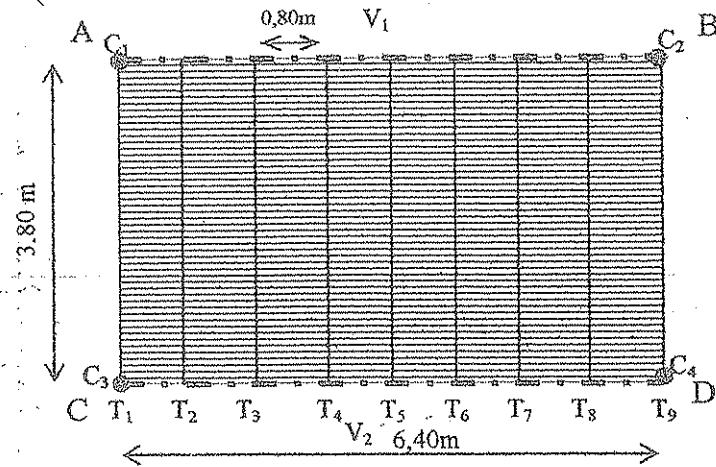


V_1

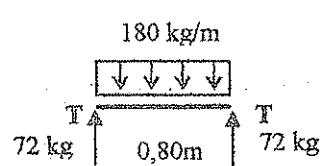


Tema: Entrepisos de madera

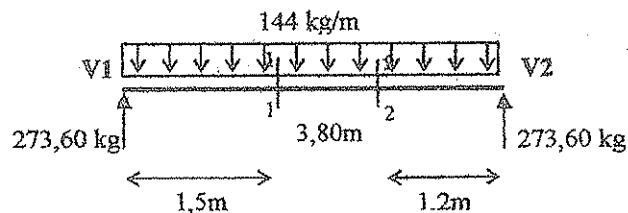
1) $q=180 \text{ Kg/m}^2$



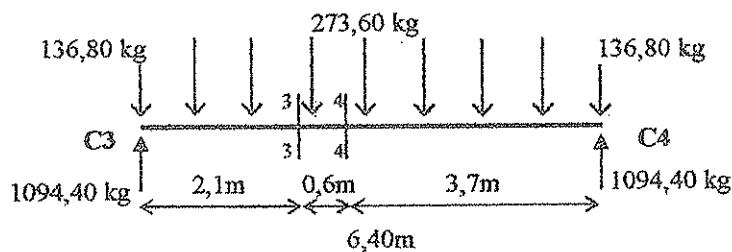
Entablado



Tirante T3

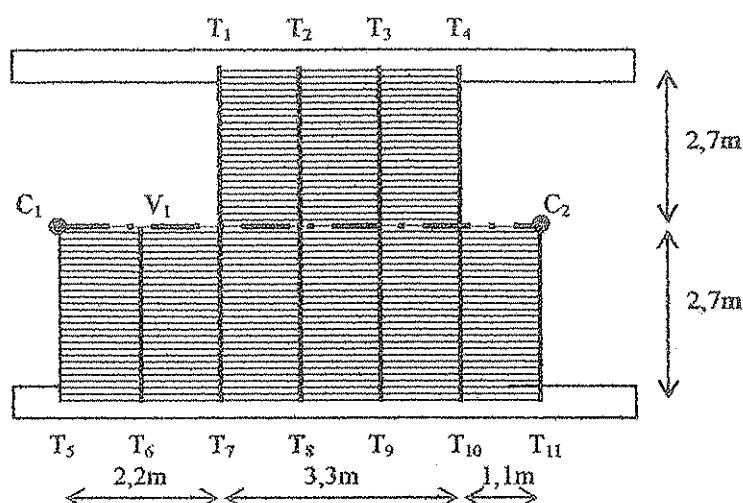


Viga V2

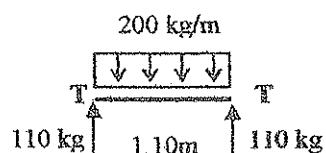


Sección	M Kgm	Q Kg	N
1-1	248,40	57,60	10↓, 0
2-2	224,70	100,80	10↑, 0
3-3	1518,50	410,40	10↓, 0
4-4	1682,60	136,80	10↓, 0

2) $q=200 \text{ Kg/m}^2$



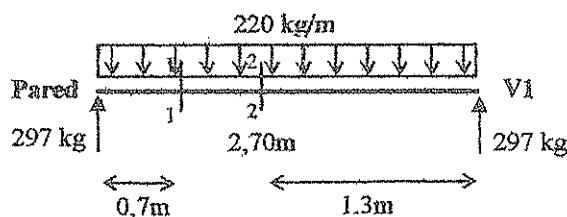
Entablado



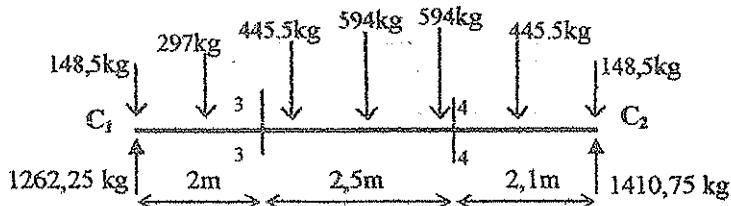
Columna C1

1262,25 kg

Tirante T8



Viga V1

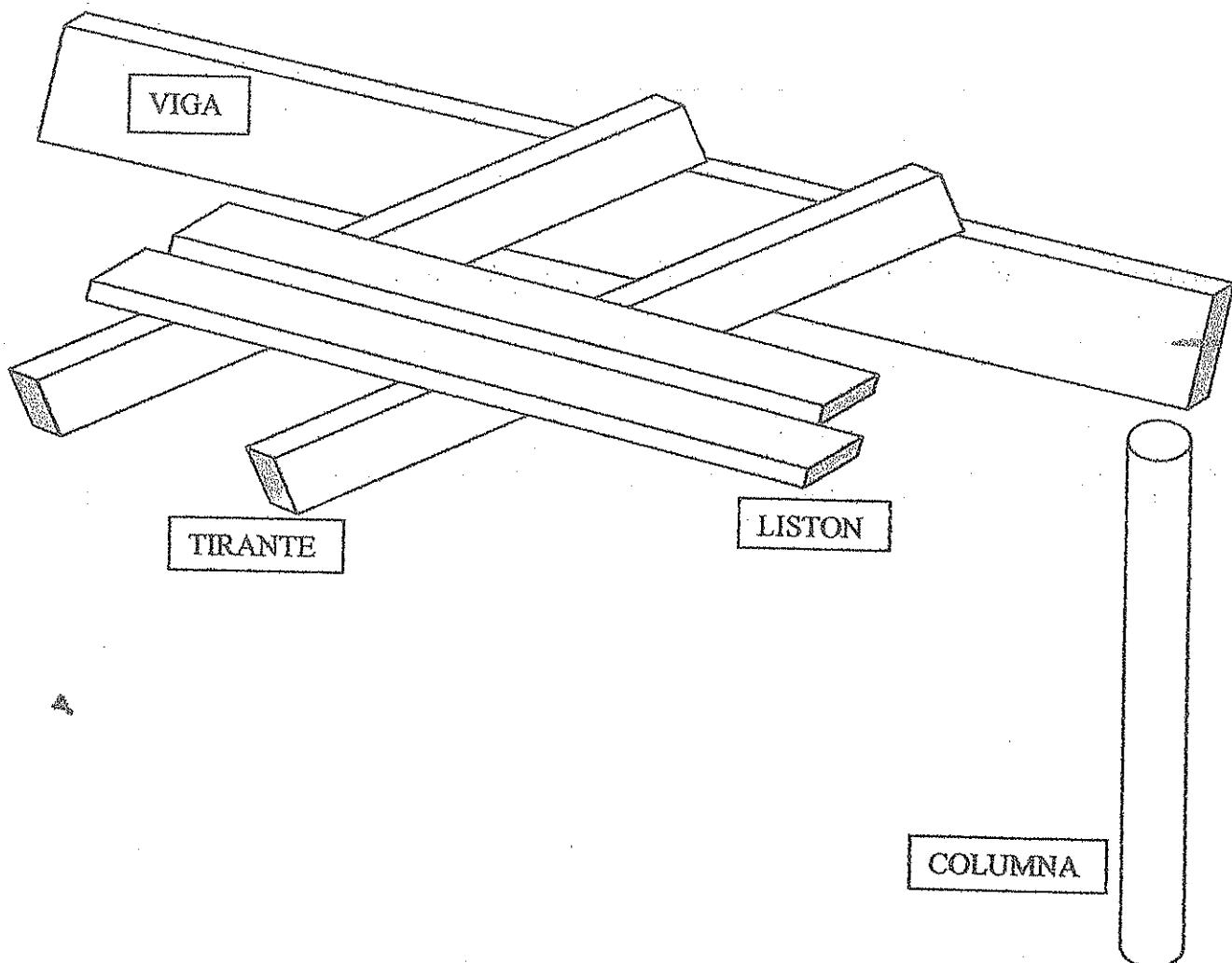


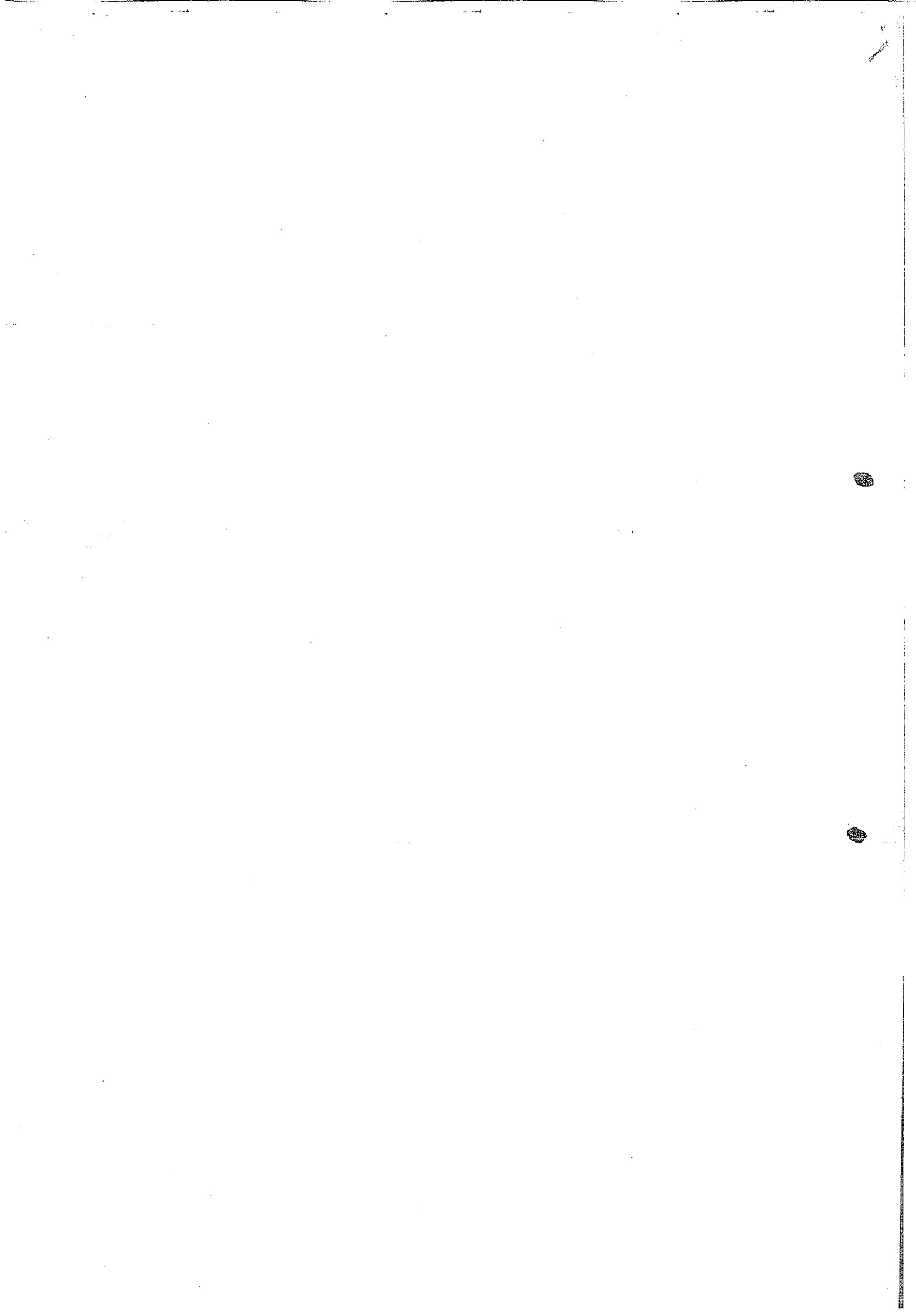
1262,25 kg

1410,75 kg

Sección	M Kgm	Q Kg	N
1-1	154	143	0
2-2	200,20	11	0
3-3	1960,20	816,75	0
4-4	2205,22	816,75	0

Esquema de Elementos que componen el Entrepiso

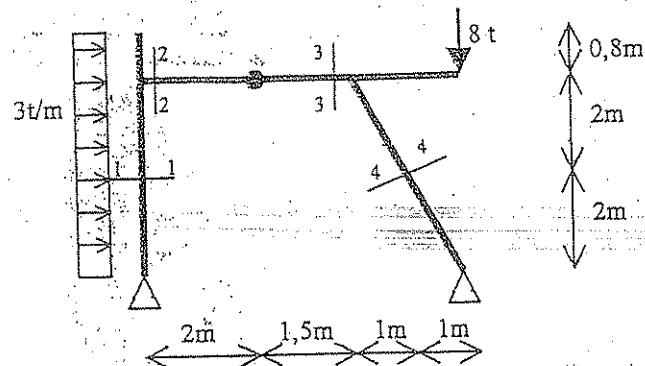
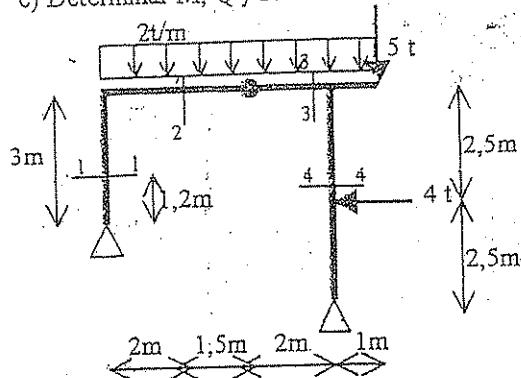




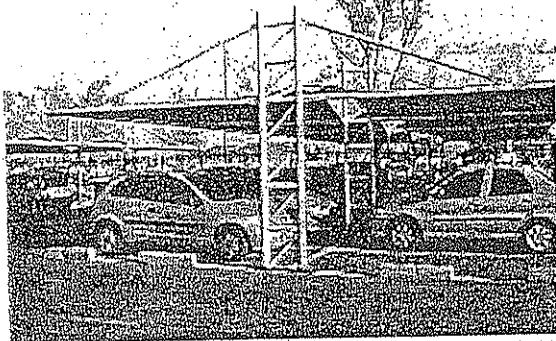
Tema: Sistemas compuestos. Sistemas mixtos

1- En los siguientes arcos de tres articulaciones:

- a) Analizar estabilidad
- b) Determinar reacciones e interacciones. Verificar resultados. Trazar DCL.
- c) Determinar M, Q y N en las secciones indicadas.



2- En la estructura que se observa en la fotografía correspondiente al estacionamiento del shopping Alto Rosario:

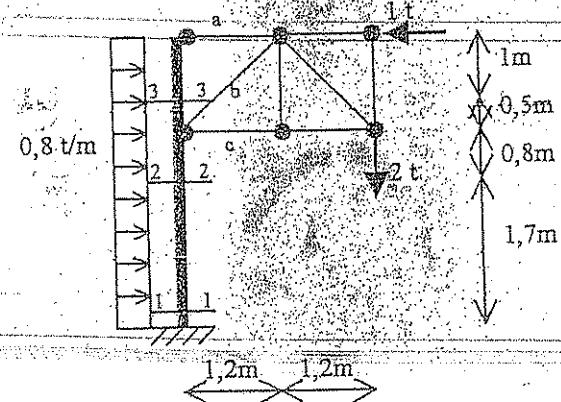
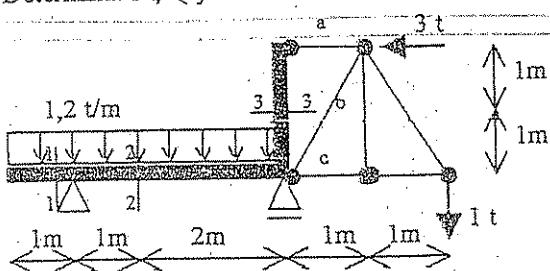


- a) Modelizar el sistema mixto que se observa en primer plano. Considerar 3m la altura total del reticulado y 0,5m su ancho. Los elementos horizontales articulados al reticulado tienen una longitud de 3m cada uno y están sujetos mediante dos tensores a 0,5m del extremo libre. La carga total sobre la cubierta como así el peso de la misma y de las cuatro barras horizontales que la sostienen es de 240 Kg. Considerar esta carga distribuida uniformemente sobre dichas barras.
- b) Analizar la estabilidad del sistema.
- c) Determinar reacciones e interacciones. Verificar. Trazar diagramas de cuerpo libre
- d) Determinar los esfuerzos en las barras del reticulado por el método de los nudos.

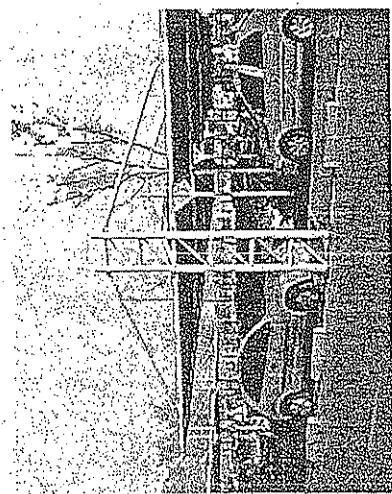
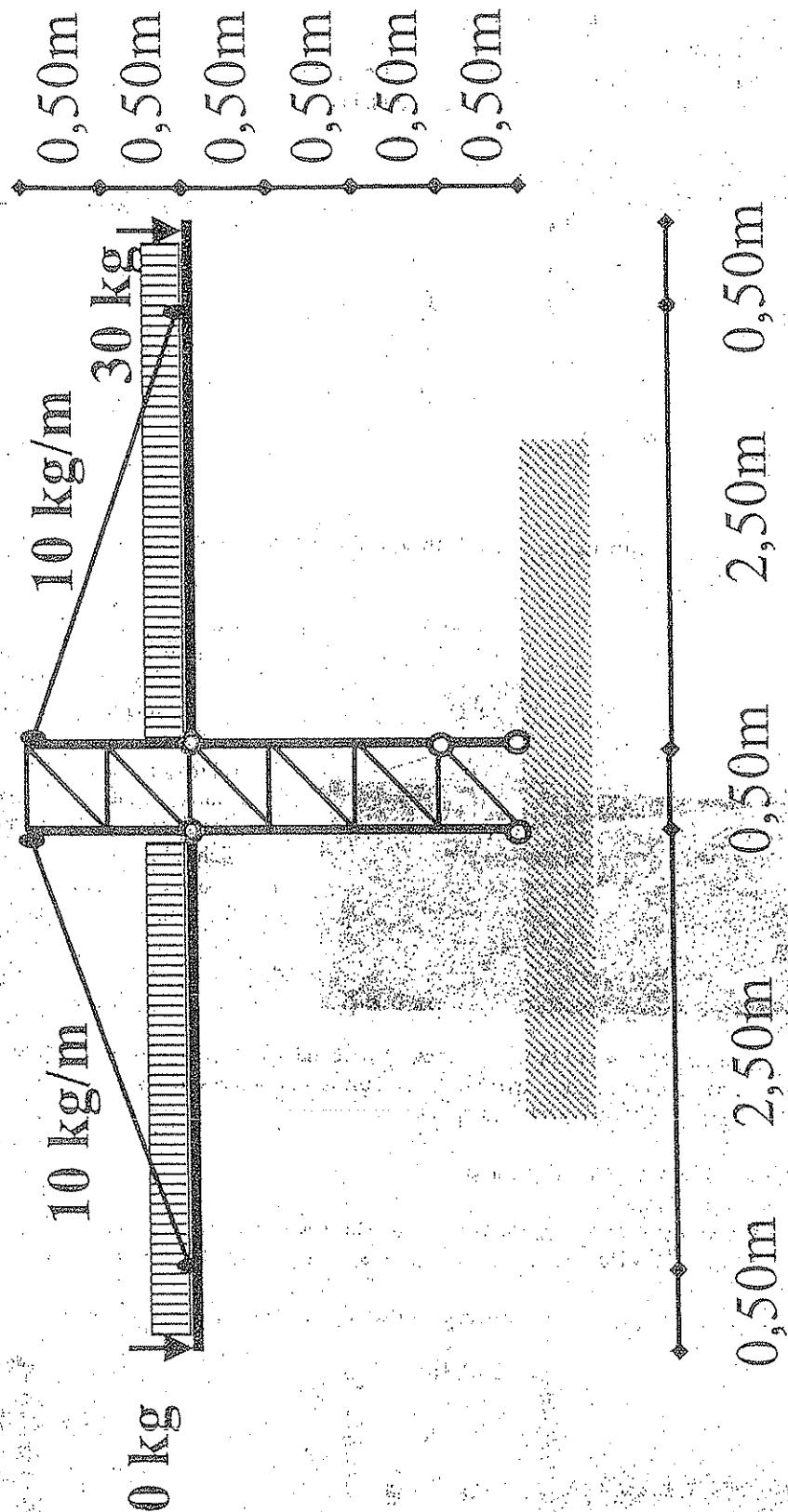
a) Determinar sobre la barra horizontal de alma llena, ubicada a la izquierda, los esfuerzos internos M, Q y N en una sección desde el extremo libre ubicada inmediatamente antes del tensor, a 0,5m después del tensor y en una sección a 1,7m del extremo libre.

3- En las siguientes estructuras mixtas :

- a) Analizar estabilidad.
- b) Determinar reacciones e interacciones. Verificar los resultados. Trazar DCL.
- c) Resolver el reticulado por el método de los nudos y verificar los esfuerzos en las barras a, b y c por el método de las secciones.
- d) Determinar M, Q y N en las secciones indicadas en la chapa de alma llena.

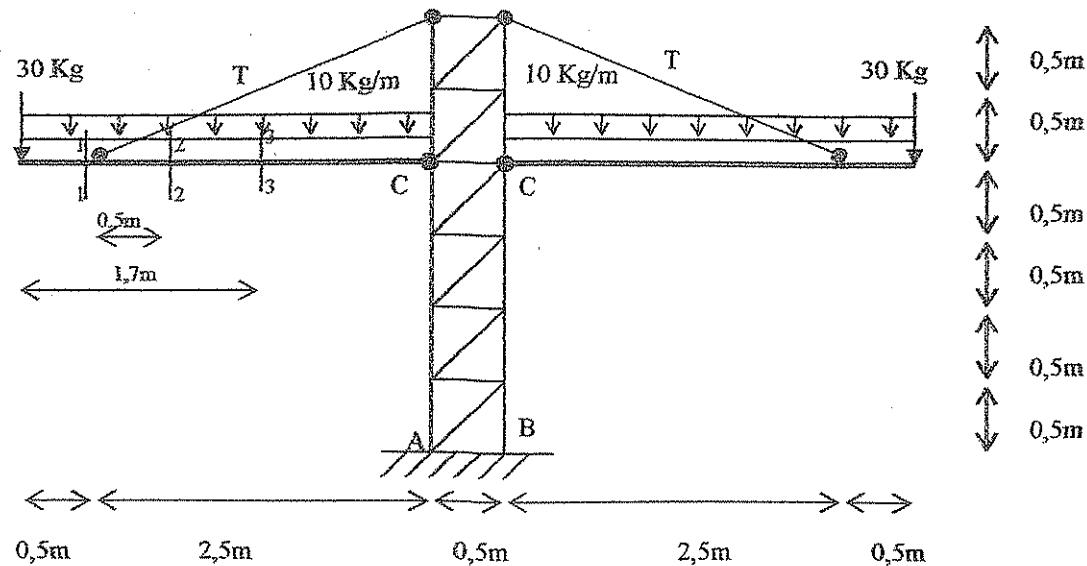


FÍSICA III - TP 6



2-

Modelización



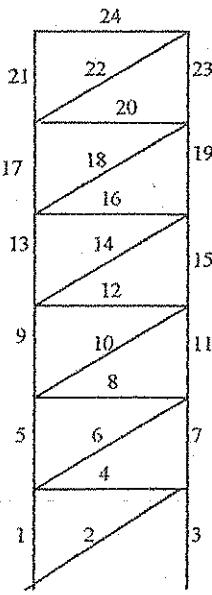
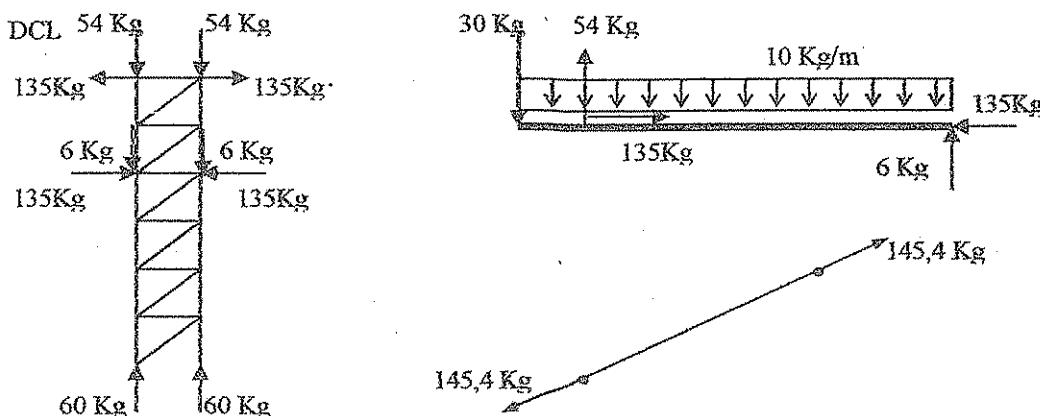
Análisis estabilidad:

Chapas: 3 (dos de alma llena y una reticulada) $\Rightarrow gdl = 3 \times C = 3 \times 3 = 9$

Vínculos externos: una articulación en A y una biela en B = 2 + 1 = 3

Vínculos internos: dos articulaciones C y dos tensores T = 4 + 2 = 6 $\Rightarrow r_v = 3 + 6 = 9$

La chapa reticulada tiene sus tres grados de libertad restringidos con la articulación A y la biela B cuya restricción no pasa por A. Las chapas de alma llena horizontales se articulan a la chapa reticulada en C, los tensores T impiden que giren alrededor de C, por lo tanto las chapas de alma llena tienen sus tres grados de libertad restringidos. \Rightarrow El conjunto es estable isostático.



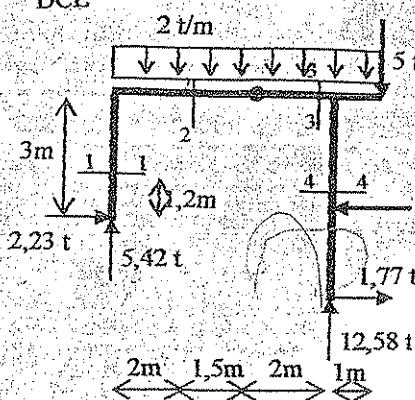
Barra	T [Kg]	C [Kg]	Barra	T [Kg]	C [Kg]	Barra	T [Kg]	C [Kg]
1		60	9		60	17		54
2	-	-	10	--	-	18	-	--
3		60	11		60	19		54
4	-	-	12	--	-	20	-	--
5		60	13		60	21		54
6	-	-	14	--	-	22	-	--
7		60	15		60	23		54
8	-	--	16		135	24	135	

Sección	M _r [Kgm]	Q [Kg]	N [Kg]
1	16,25 (↓)	35 ✓	0
2	8 (↓)	14 1	-135
3	0,65 (↓)	7 1	-135

Tema: Sistemas compuestos. Sistemas mixtos

1- Sistemas : Chapas = 2 ; $gdI = 3 \times C = 6$; $r_v = r_e + r_i = 4 + 2 = 6$; las tres articulaciones no están alineadas \Rightarrow no existe forma crítica \Rightarrow Sistema estable isostático.

DCL



1,58 t

2,5m

2,5m

1,77 t

12,58 t

2m

1,5m

2m

1m

2 t/m

2 t/m

2,23 t

1,58 t

2,23 t

2,23 t

5,42 t

1,77 t

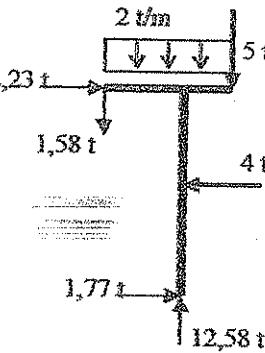
12,58 t

2 t/m

5 t

4 t

12,58 t



2,23 t

1,58 t

2,23 t

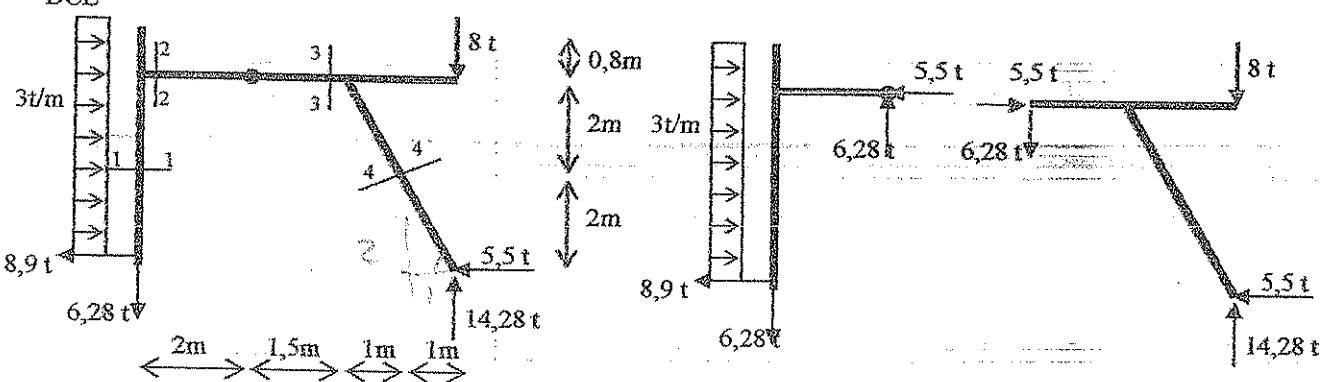
5,42 t

1,77 t

12,58 t

Sección	$M_f [tm]$	$Q [t]$	$N [t]$
1	2,676	2,23	- 5,42
2	0,15	1,42	- 2,23
3	7,13	5,58	- 2,23
4	4,425	2,23	- 12,58

DCL



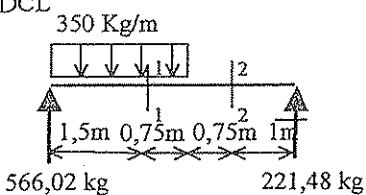
Sección	$M_f [tm]$	$Q [t]$	$N [t]$
1	11,8	2,9	+ 6,28
2	12,56	6,28	- 5,5
3	9,44	6,28	- 5,5
4	3,28	1,47	- 15,23

Tema: Flexión simple en secciones homogéneas doblemente simétricas

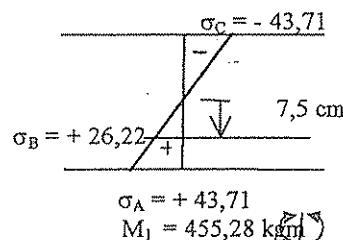
(pag 1/2)

1- $I = 13.020,83 \text{ cm}^4$ $W = 1.041,67 \text{ cm}^3$

DCL

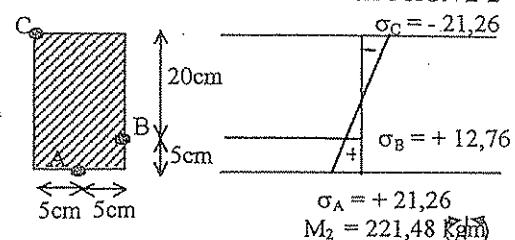


SECCION 1-1



$\sigma (\text{kg/cm}^2)$

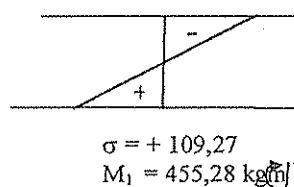
SECCION 2-2



2- $I = 2.083,33 \text{ cm}^4$ $W = 416,67 \text{ cm}^3$

SECCION 1-1

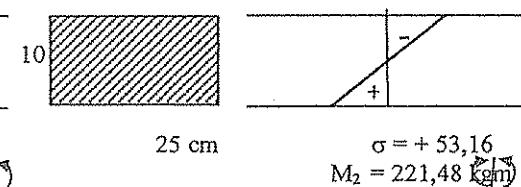
$\sigma = -109,27$



$\sigma (\text{kg/cm}^2)$

SECCION 2-2

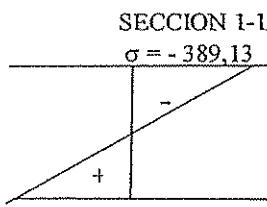
$\sigma = -53,16$



3- IPN 160 $W_x = 117 \text{ cm}^3$

SECCION 1-1

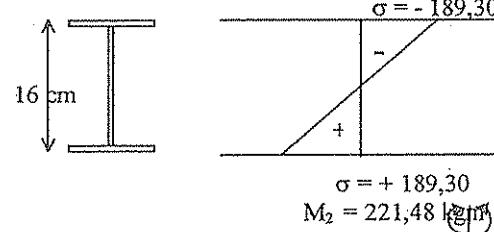
$\sigma = -389,13$



$\sigma (\text{kg/cm}^2)$

SECCION 2-2

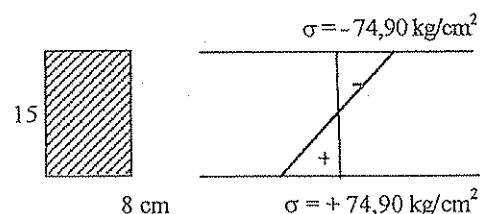
$\sigma = -189,30$

4- Tirante T₃ del ejercicio 1 del TP N° 4 en la sección 2-2.

Sección rectangular de base 8cm y altura 15cm.

$W = 300 \text{ cm}^3$

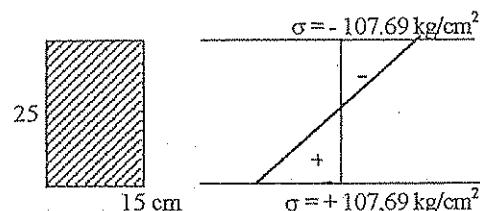
$M_{\max} = 22.470 \text{ kg cm}$

5- Viga V₂ del ejercicio 1 del TP N° 4 en la sección 4-4.

Sección rectangular de base 15cm y altura 25cm.

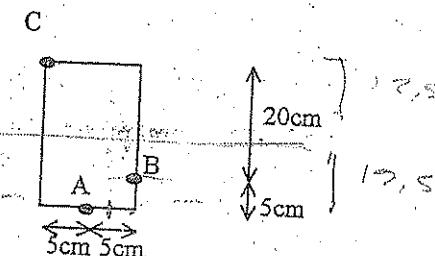
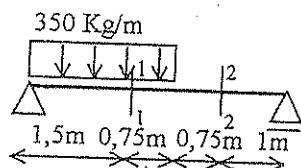
$W = 1.562,50 \text{ cm}^3$

$M_{\max} = 168.260 \text{ kg cm}$



Tema: Flexión simple en secciones homogéneas doblemente simétricas

- 1- Determinar tensiones normales en los puntos A, B y C de las secciones 1-1 y 2-2 de la siguiente viga de madera. Trazar diagramas de tensiones normales en cada sección.



- 2- En la viga del ejercicio 1 determinar tensiones máximas de ambos signos en las secciones 1-1 y 2-2, si la sección se gira 90° . Trazar diagrama de tensiones en cada sección

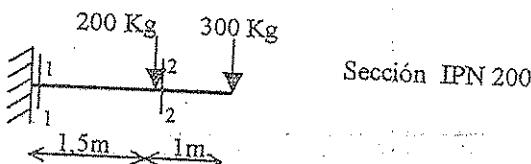
- 3- En la viga del ejercicio 1 determinar tensiones máximas de ambos signos en las secciones 1-1 y 2-2 para el caso que se materialice dicha viga con un IPN 160. Trazar diagrama de tensiones de cada sección.

- 4- Determinar las tensiones máximas de ambos signos en el tirante T_3 del ejercicio 1 del TP N° 4 en la sección 2-2. La sección es rectangular de base 8cm y altura 15cm. Trazar diagrama de tensiones en dicha sección.

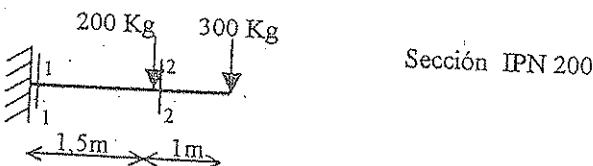
- 5- Determinar las tensiones máximas de ambos signos en la viga V_2 del ejercicio 1 del TP N° 4 en la sección 4-4. La sección es rectangular de base 15cm y altura 25cm. Trazar diagrama de tensiones en dicha sección.

- 6- Determinar las tensiones máximas de ambos signos en la viga V_1 del ejercicio 2 del TP N° 4 en la sección 4-4. La sección es rectangular de base 20cm y altura 30cm. Trazar diagrama de tensiones en dicha sección.

- 7- Dada la siguiente ménsula determinar las tensiones máximas de ambos signos en las secciones 1-1 y 2-2. Trazar diagramas de tensiones en ambas secciones



- 8- Repetir el ejercicio 7 para el caso que la sección se la gire 90°

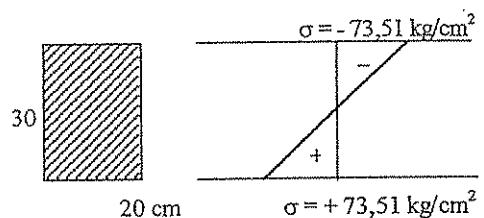
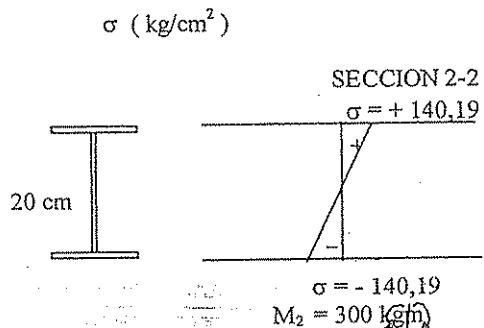
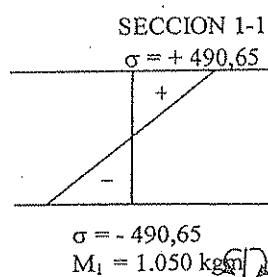
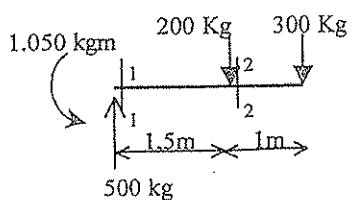
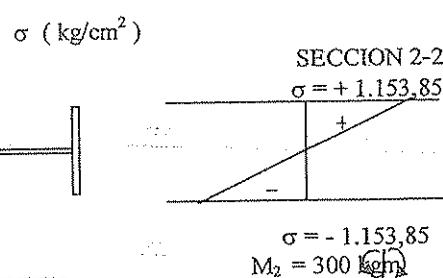
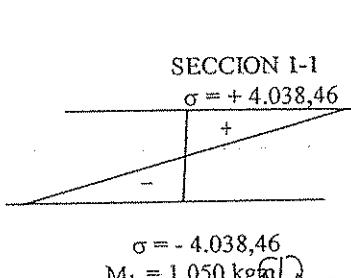


6.- Viga V_1 del ejercicio 2 del TP N° 4 en la sección 4-4.

Sección rectangular de base 20cm y altura 30cm.

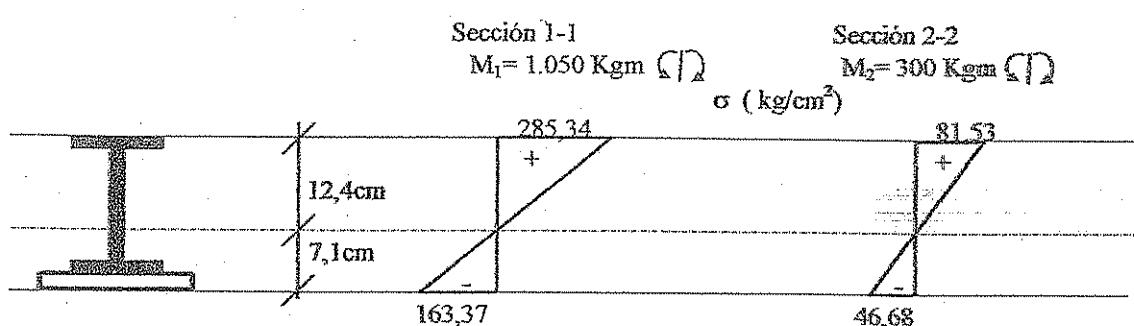
$$W = 3.000 \text{ cm}^3$$

$$M_{\max} = 220.522 \text{ kg cm}$$

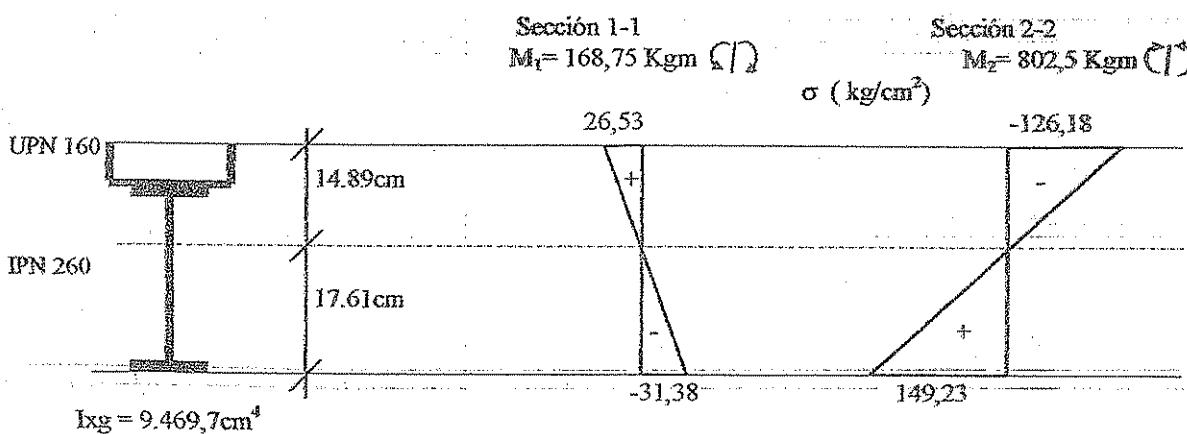
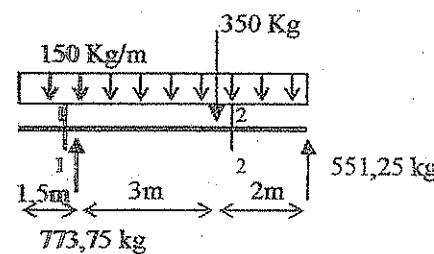
7- Sección IPN 200 $W_x = 214 \text{ cm}^3$ 8- Sección IPN 200 $W_y = 26 \text{ cm}^3$ 



5-



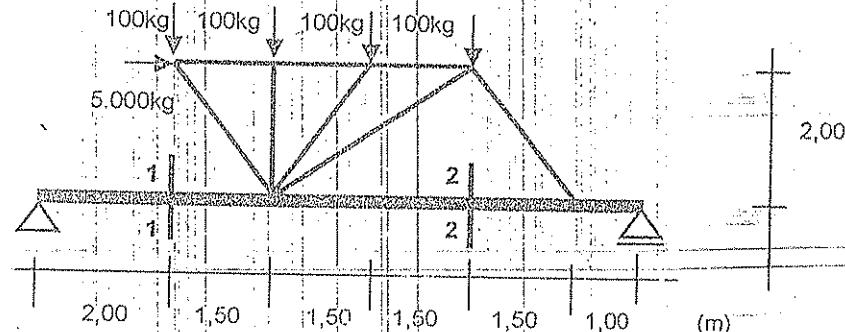
6-





TALLER DE FISICA II - CATEDRA ING. PATANE
TRABAJO PRACTICO N° 10
 2005

- 64) Una viga de madera tiene sección rectangular, tal que $b=15\text{cm}$ y $h=30\text{cm}$. Se quiere determinar la tensión máxima que alcanza en una sección de la misma donde $M=100 \text{ tcm}$ (tracción abajo). Se solicita además trazar diagrama de tensiones y ubicar eje neutro.
- 65) A la sección estudiada en el problema 64 se agrega un esfuerzo normal $N=12 \text{ t}$ (tracción). Determinar las nuevas tensiones debidas a M y N actuando simultáneamente. Trazar diagrama de tensiones, ubicar eje neutro.
- 66) A la sección estudiada en el problema 64 se agrega un esfuerzo normal $N=12t$ (compresión). Determinar las nuevas tensiones debidas a M y N actuando simultáneamente. Trazar diagrama de tensiones, ubicar eje neutro.
- 67) A la sección estudiada en el problema 64 se agrega un esfuerzo normal $N=25 \text{ t}$ (tracción). Determinar las nuevas tensiones debidas a M y N actuando simultáneamente. Trazar diagrama de tensiones, ubicar eje neutro.
- 68) A la sección estudiada en el problema 64 se agrega un esfuerzo normal $N=40 \text{ t}$ (tracción). Determinar las nuevas tensiones debidas a M y N actuando simultáneamente. Trazar diagrama de tensiones, ubicar eje neutro.
- 69) Rehacer el problema 49 si se añade al extremo libre de la ménsula una carga horizontal de $5t$ de tracción. Ubicar eje neutro.
- 70) Rehacer el problema 57 si se añade al extremo libre de la ménsula una carga horizontal de $6t$ de tracción. Ubicar eje neutro.
- 71) Una viga tiene la sección estudiada en el problema 52.
 Actúan: $M = 120 \text{ tcm}$ (tracción abajo) y $N = 20t$ (tracción)
 Determinar las tensiones debidas a M y N actuando simultáneamente. Trazar diagrama de tensiones, ubicar eje neutro.
- 72) Una viga tiene la sección estudiada en el problema 52.
 Actúan: $M = 120 \text{ tcm}$ (tracción abajo) y $N = -20t$ (compresión)
 Determinar las tensiones debidas a M y N actuando simultáneamente. Trazar diagrama de tensiones, ubicar eje neutro.
- 73) Trazar diagrama de tensiones y ubicar eje neutro en las secciones indicadas de la siguiente viga, materializada con un IPN 300. Determinar esfuerzos en barras de reticulado, trazar diagrama de cuerpo libre de cada chapa:



64) $b = 15 \text{ cm}$
 $h = 30 \text{ cm}$

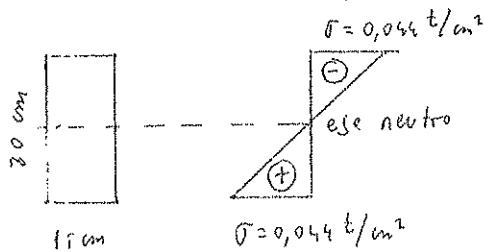
$$I = \frac{b h^3}{12} = 33750 \text{ cm}^4$$

$$M = 100 \text{ t} \cdot \text{cm} \quad (1)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{I} \cdot y_{\max}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{100 \text{ t} \cdot \text{cm}}{33750 \text{ cm}^4} \cdot 15 \text{ cm} = \boxed{0,044 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}}$$

Diagramm:



65) $N = 12 \text{ t}$ $\oplus \leftrightarrow$ Tension



$$S_2 = b \cdot h = 450 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_A = -0,044 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} + \frac{12 \text{ t}}{450 \text{ cm}^2} = \boxed{-0,017 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}}$$

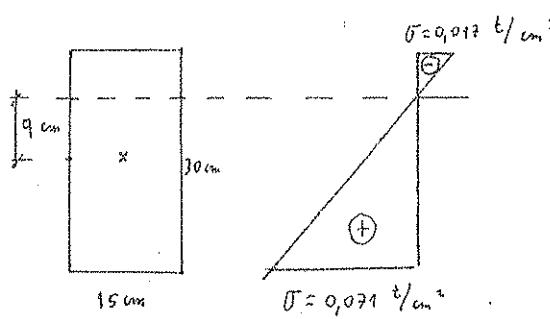
$$\sigma_B = 0,044 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} + \frac{12 \text{ t}}{450 \text{ cm}^2} = \boxed{0,071 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}}$$

eje neutro

$$-\frac{N}{I} \cdot \bar{y}_N + \frac{N}{S_2} = 0 \rightarrow \bar{y}_N = \frac{N \cdot I}{S_2 \cdot M}$$

$$\bar{y}_N = \frac{12 \text{ t} \cdot 33750 \text{ cm}^4}{450 \text{ cm}^2 \cdot 100 \text{ t} \cdot \text{cm}} = \boxed{9 \text{ cm}}$$

Diagramm:



66) $N = 12 \text{ t}$ $\ominus \rightarrow \leftarrow$ Compression



$$\sigma_A = -0,044 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} - \frac{12 \text{ t}}{450 \text{ cm}^2} = \boxed{-0,071 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}}$$

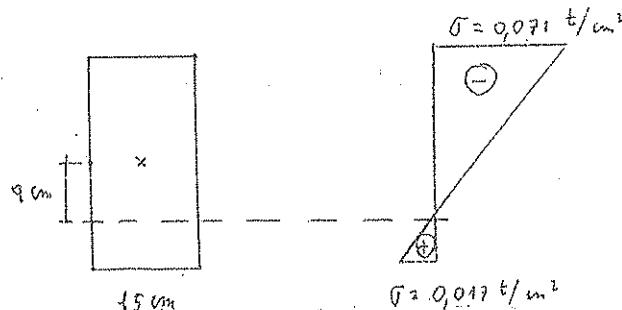
$$\sigma_B = +0,044 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} - \frac{12 \text{ t}}{450 \text{ cm}^2} = \boxed{+0,017 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}}$$

eje neutro:

$$\frac{M}{I} \cdot \bar{y}_N + \frac{N}{S_2} = 0 \rightarrow \bar{y}_N = \frac{-N \cdot I}{S_2 \cdot M}$$

$$\bar{y}_N = -9 \text{ cm}$$

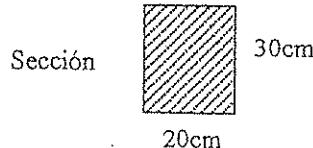
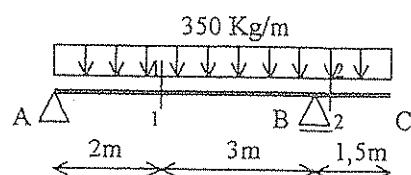
Diagramm:



Tema: Flexión compuesta

1- Dada la siguiente viga determinar:

- La tensión máxima en las secciones 1-1 y 2-2
- Trazar diagrama de σ en ambas secciones. Ubicar el eje neutro.



2- Resolver el ejercicio n° 1 agregando en C una fuerza horizontal hacia la izquierda de 800 Kg de magnitud

3- En la sección correspondiente al ejercicio 1a) del Trabajo Práctico N° 9 considerar que se aplican:

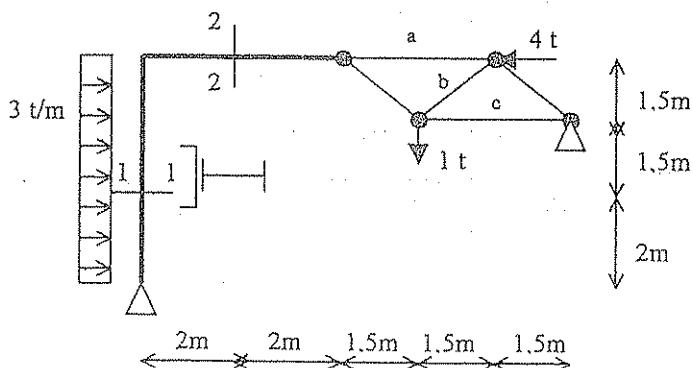
- Caso a): Un momento flector $M=30\text{cm}$ (tracción fibras inferiores) y un esfuerzo normal $N=10t$ de tracción.
 - Caso b): Un momento flector $M=30\text{cm}$ (tracción fibras inferiores) y un esfuerzo normal $N=10t$ de compresión.
 - Caso c): Un momento flector $M=30\text{cm}$ (tracción fibras superiores) y un esfuerzo normal $N=10t$ de tracción.
 - Caso d): Un momento flector $M=12\text{cm}$ (tracción fibras superiores) y un esfuerzo normal $N=38t$ de compresión.
- Para cada caso trazar diagrama de σ y ubicar el eje neutro.

4- Resolver el ejercicio n° 2 considerando la fuerza horizontal actuando hacia la derecha.

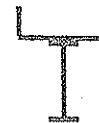
5- Dadas las siguientes estructuras mixtas:

- Analizar la estabilidad
- Determinar reacciones e interacciones. Trazar DCL de cada chapa.
- Determinar los esfuerzos en las barras del reticulado aplicando el método de los nudos.
- Verificar los esfuerzos en las barras a, b y c por el método de las secciones.
- Determinar la tensión en la barra más traccionada.
- Determinar las tensiones máximas en las secciones 1-1 y 2-2 y trazar diagrama de σ en ambas secciones.

a)



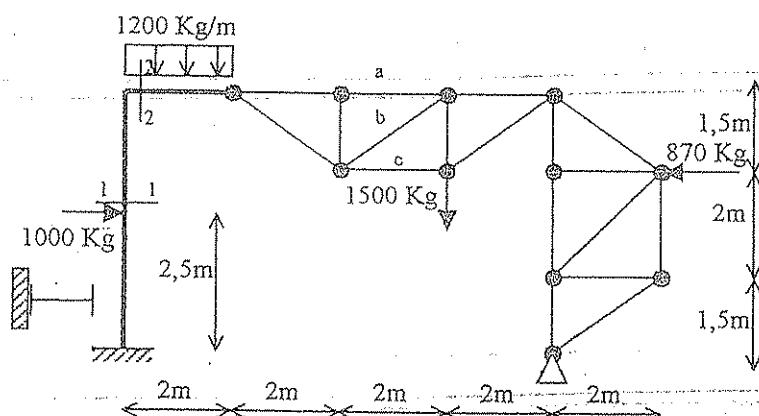
Sección alma llena
UPN 200
IPN 220



Sección reticulado
 $\phi = 5\text{cm}$ (diámetro)



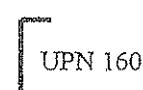
b)



Sección alma llena



Sección reticulado



RADIO DE GIRO O RADIO DE INERCIA DE UNA FIGURA CON RESPECTO A UN EJE

Sea una cierta figura de área A. Su momento de inercia con respecto al eje e vale I_e .

Llamamos radio de inercia o radio de giro de la figura con respecto al eje e al valor i_e tal que:

$$i_e = \sqrt{\frac{I_e}{A}}$$

El radio de giro es igual a la raíz cuadrada del cociente entre el momento de inercia y el área. Por lo tanto se mide en [cm].

Veamos un ejemplo.

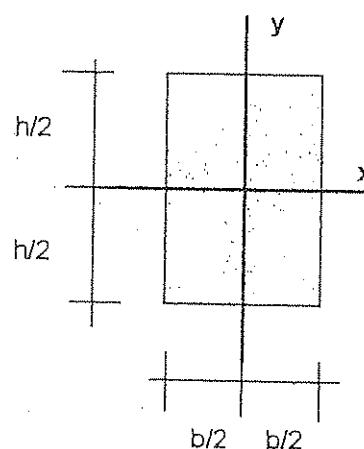
$$A = b \cdot h$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{b \cdot h^3}{12}}{bh}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = 0,289 \cdot h$$

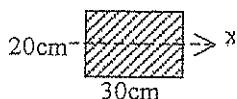
$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{h \cdot b^3}{12}}{bh}} = \sqrt{\frac{b^2}{12}} = 0,289 \cdot b$$



Tema: Tensiones de corte en flexión. Fórmula de Colignon

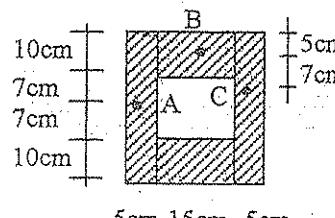
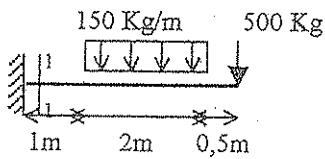
- 1- En la sección vista en el ejercicio 1b) del TP9 determinar la tensión tangencial que se produce en un punto ubicado sobre el eje x baricéntrico de la misma, cuando actúa un esfuerzo de corte $Q = 1200 \text{ Kg}$
- 2- En la sección vista en el ejercicio 1d) del TP9 determinar la tensión tangencial que se alcanza en el baricentro de dicha sección, cuando actúa un esfuerzo de corte $Q = 550 \text{ Kg}$
- 3- Repetir el ejercicio n° 2 considerando que actúa un esfuerzo de corte $Q = 800 \text{ Kg}$. Determinar además, la tensión tangencial en un punto A ubicado 6cm por encima del eje x baricéntrico y en un punto B ubicado 10cm por debajo de dicho eje.
- 4- En el ejercicio n° 1 del TP10 determinar en las secciones 1-1 y 2-2 indicadas, la tensión tangencial que se produce en un punto ubicado sobre el eje x baricéntrico. Dibujar el diagrama de τ .

- 5- Repetir el ejercicio n° 4 si se gira la sección 90° .



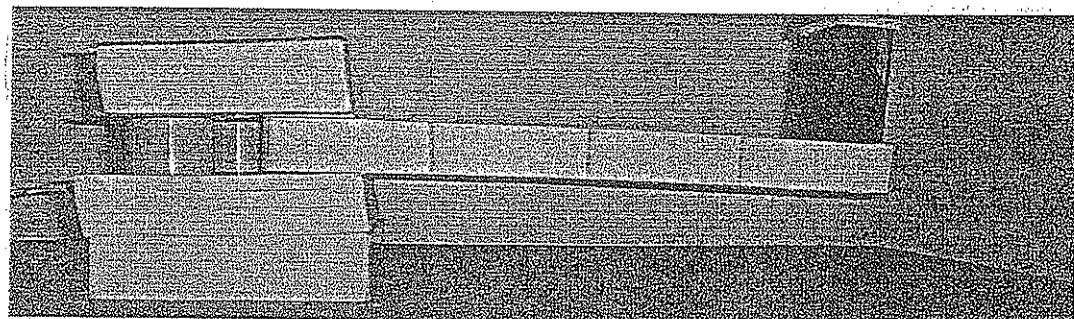
- 6- En el ejercicio n° 5b) del TP10 determinar en las secciones 1-1 y 2-2 indicadas, la tensión tangencial que se produce en un punto ubicado sobre el eje x baricéntrico.

- 7- Aplicando la fórmula de Colignon determinar la tensión tangencial que se produce en los puntos A, B y C correspondientes a la sección 1-1 indicada en la siguiente ménsula. Además en dicha sección determinar las tensiones σ máximas de tracción y compresión. Trazar diagrama de σ en dicha sección.

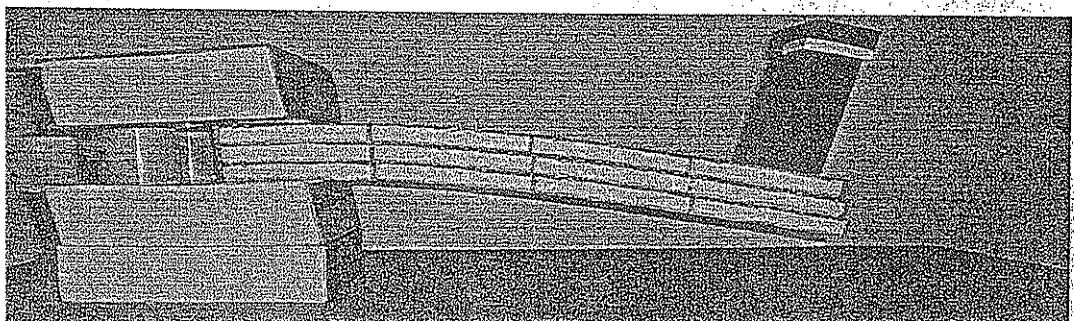


COMPARACION ENTRE COMPORTAMIENTOS DE PIEZAS CON DIFERENTES TIPOS DE
SECCION

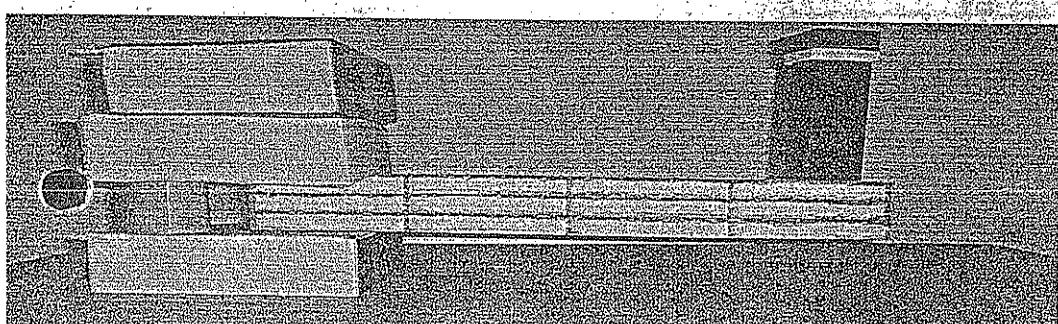
MENSULAS CON CARGA CONCENTRADA EN SU EXTREMO



Pieza entera



Tres capas sin
adhesivo



Tres capas con
adhesivo

E 1- Sección 1b del TP9 $Q = 1200 \text{ kg}$

$$S_{xG} = 376,31 \text{ cm}^3 \quad b = 1,5 \text{ cm} \quad I_{xG} = 6.794,00 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{xG} = 44,31 \text{ kg/cm}^2$$

E 2- Sección 1d del TP9 $Q = 550 \text{ kg}$

$$S_{xG} = 284,64 \text{ cm}^3 \quad b = 1,6 \text{ cm} \quad I_{xG} = 4.563,00 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{xG} = 21,44 \text{ kg/cm}^2$$

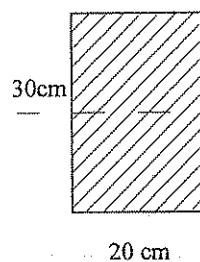
E 3- Para $Q = 800 \text{ kg} \rightarrow \tau_{xG} = 31,19 \text{ kg/cm}^2$

$$S_{xA} = 144,10 \text{ cm}^3 \quad b = 20 \text{ cm} \quad \rightarrow \tau_A = 1,26 \text{ kg/cm}^2$$

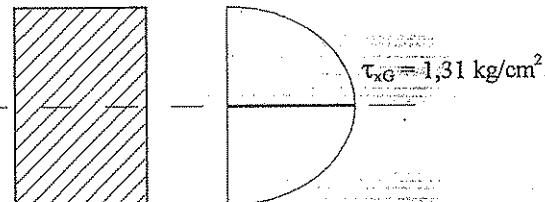
$$S_{xB} = 204,64 \text{ cm}^3 \quad b = 1,6 \text{ cm} \quad \rightarrow \tau_B = 22,42 \text{ kg/cm}^2$$

E 4- en Ej 1 del TP10 $A = 600 \text{ cm}^2$

Sección 1-1 ($Q_{1-1} = 96,25 \text{ kg}$)

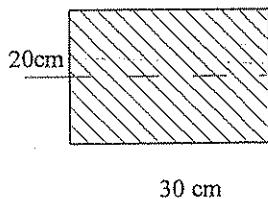


Sección 2-2 ($Q_{2-2} = 525 \text{ kg}$)

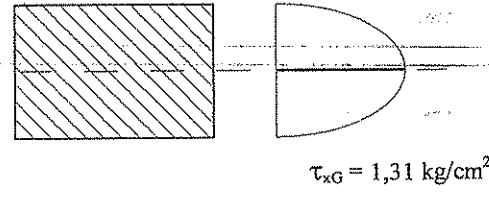


E 5- en Ej 1 del TP10 $A = 600 \text{ cm}^2$

Sección 1-1 ($Q_{1-1} = 96,25 \text{ kg}$)



Sección 2-2 ($Q_{2-2} = 525 \text{ kg}$)



E 6- en Ej 5b del TP10

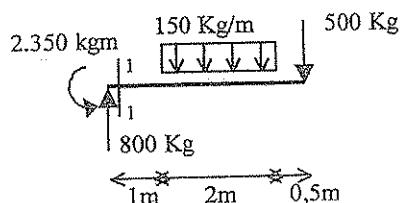
$$y_G = 23,59 \text{ cm} \quad I_{xG} = 19,640 \text{ cm}^4 \quad S_{xG} = 721,94 \text{ cm}^3 \quad b = 1,08 \text{ cm}$$

Sección 1-1 $Q_{1-1} = 609,00 \text{ kg} \leftarrow \rightarrow \tau_{xG} = 20,73 \text{ kg/cm}^2$

Sección 2-2 $Q_{2-2} = 2.900,00 \text{ kg} \swarrow \rightarrow \tau_{xG} = 98,70 \text{ kg/cm}^2$

E 7-

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

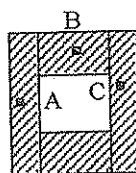


$$Q_{1-1} = 800 \text{ kg} \swarrow$$

$$\tau_A = 3,31 \text{ kg/cm}^2 \quad (b=10\text{cm})$$

$$\tau_B = 0,74 \text{ kg/cm}^2 \quad (b=25\text{cm})$$

$$\tau_C = 3,18 \text{ kg/cm}^2 \quad (b=10\text{cm})$$



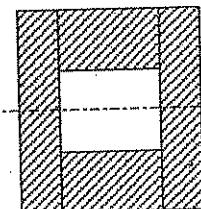
$$I_{xG} = 78.453,33 \text{ cm}^4$$

$$S_{xA} = 3.245,00 \text{ cm}^3$$

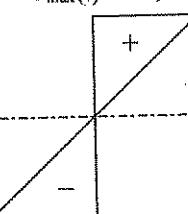
$$S_{xB} = 1.812,50 \text{ cm}^3$$

$$S_{xC} = 3.120,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{1-1} = 235.000 \text{ kg cm} \quad \sigma_{\max (+)} = 50,92 \text{ kg/cm}^2$$



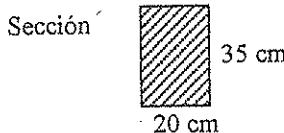
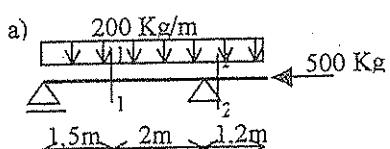
$$\sigma_{\max (-)} = 50,92 \text{ kg/cm}^2$$



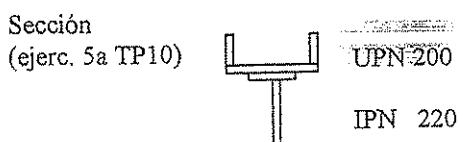
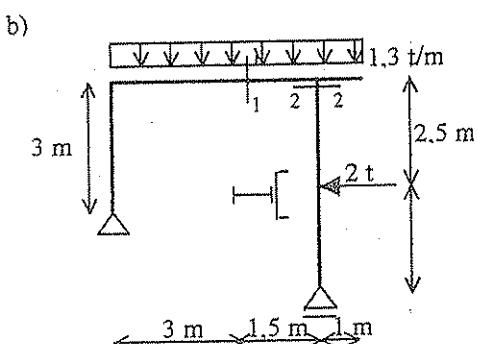
Tema: Determinación de tensiones en secciones diversas

1- Dadas las siguientes estructuras determinar las tensiones normales máximas de tracción y compresión en las secciones indicadas. Trazar diagrama de σ en dichas secciones.

Determinar τ en puntos sobre el eje baricéntrico x.

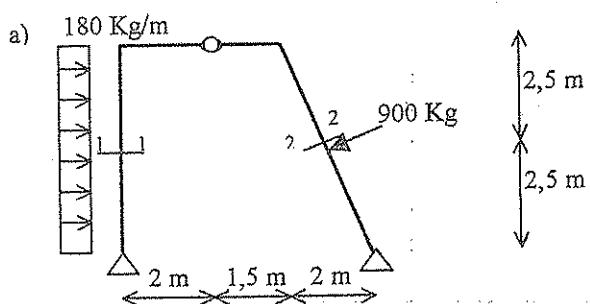


714.73.332

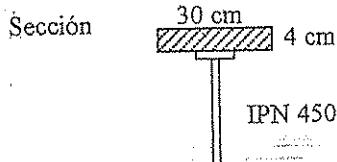
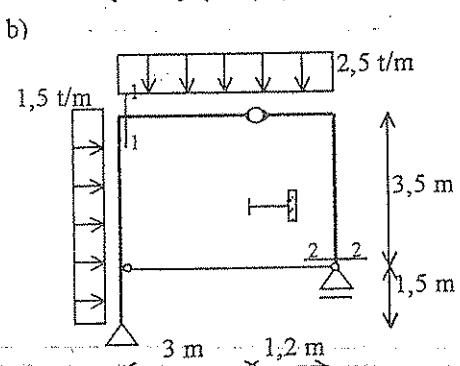


2- En los siguientes sistemas compuestos analizar la estabilidad. Determinar las tensiones normales máximas de tracción y compresión en las secciones indicadas. Trazar diagrama de σ en dichas secciones.

Determinar τ en puntos sobre el eje baricéntrico x.



Sección IPN 300



3- En el siguiente sistema mixto:

* Analizar estabilidad

En la chapa de alma llena, en las secciones indicadas:

* Determinar las tensiones normales máximas de tracción y de compresión

* Ubicar el eje neutro

* Trazar diagrama de σ

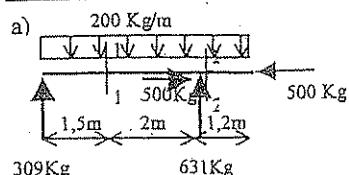
* Determinar las tensiones tangenciales a la altura del eje baricéntrico

En las chapas reticuladas determinar:

* La tensión máxima de tracción

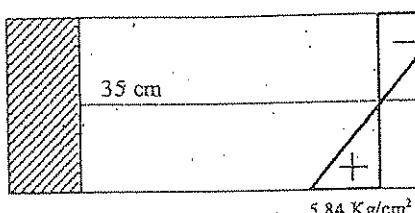
* Trazar diagrama de σ

EJERCICIO 1



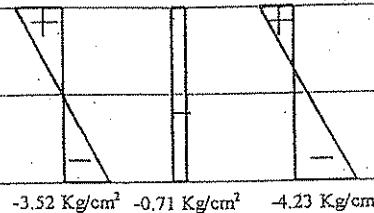
SECCION 1-1

$$-5.84 \text{ Kg/cm}^2$$

TENSIONES NORMALES (σ)

SECCION 2-2

$$3.52 \text{ Kg/cm}^2 \quad -0.71 \text{ Kg/cm}^2 \quad 2.81 \text{ Kg/cm}^2$$



$$M = 238.5 \text{ Kgm} \quad (1)$$

$$N = 0$$

$$Q = 9 \text{ Kg} \quad \downarrow$$

$$M = 144 \text{ Kgm} \quad (1)$$

$$N = -500 \text{ Kg}$$

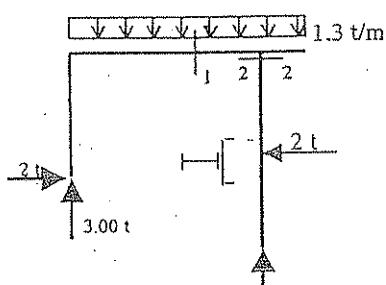
$$Q = 240 \text{ Kg} \quad \uparrow$$

TENSIONES TANGENCIALES (τ)

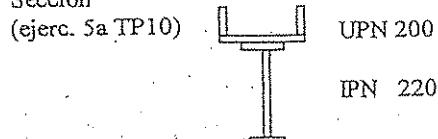
$$\tau_{1-1} = 0.019 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{2-2} = 0.514 \text{ Kg/cm}^2$$

b)



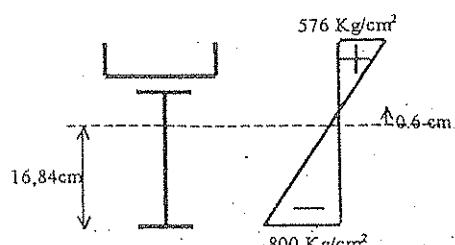
Sección
(ejerc. 5a TP10)



$$A = 71,7 \text{ cm}^2 \\ y_g = 16,84 \\ I_{xg} = 6.210 \text{ cm}^4 \\ S_{xg} = 293 \text{ cm}^3$$

TENSIONES NORMALES (σ)

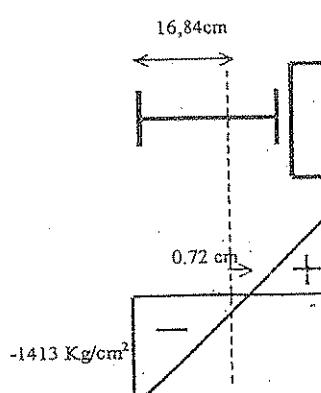
SECCION 1-1



$$M = 2.85 \text{ tm} \quad (1) \\ N = -2.0 \text{ t} \\ Q = 0.9 \text{ t} \quad \downarrow$$

SECCION 2-2

$$M = 5.0 \text{ tm} \\ N = -4.15 \text{ t} \\ Q = 2.0 \text{ t} \quad \rightarrow$$

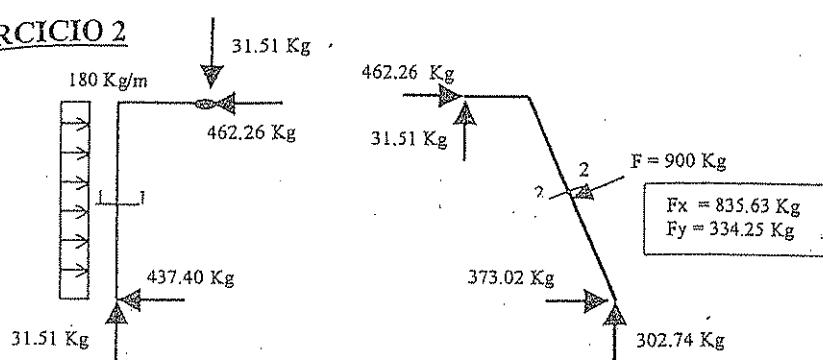
TENSIONES TANGENCIALES (τ)

$$\tau_{1-1} = 52.4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{2-2} = 116.4 \text{ Kg/cm}^2$$

EJERCICIO 2

a)



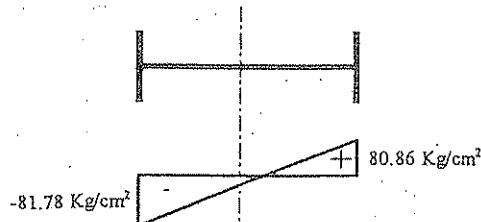
$$\text{Chapas} = 2 \quad \text{gdl} = 3 \times C = 6$$

$$\text{Restricciones} \rightarrow r_v = r_e + r_i = 4 + 2 = 6$$

Las tres articulaciones no están alineadas \rightarrow Sistema estable isostático

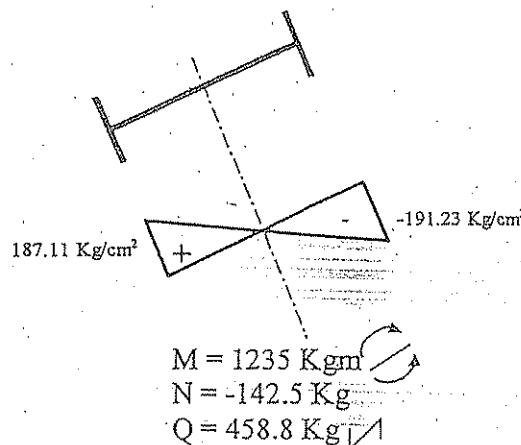
TENSIONES NORMALES (σ)

SECCION 1-1



$$\begin{aligned} M &= 531 \text{ Kgm} \\ N &= -31.5 \text{ Kg} \\ Q &= 12.6 \text{ Kg} \end{aligned}$$

SECCION 2-2

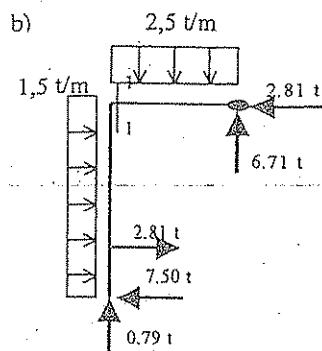


$$\begin{aligned} M &= 1235 \text{ Kgm} \\ N &= -142.5 \text{ Kg} \\ Q &= 458.8 \text{ Kg} \end{aligned}$$

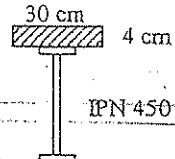
TENSIONES TANGENCIALES (τ)

$$\tau_{1-1} = 0.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{2-2} = 16.51 \text{ Kg/cm}^2$$



Sección



Sección:
$Y_g = 33.51 \text{ cm}$
$A = 267 \text{ cm}^2$
$I_x = 85667 \text{ cm}^4$
$S_x = 2116 \text{ cm}^3$

$$\text{Chapas} = 2 \quad \text{gdl} = 3 \times C = 6$$

$$\text{Restricciones} \rightarrow r_v = r_e + r_i = 3 + 3 = 6 \rightarrow$$

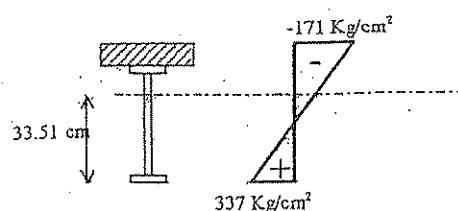
r_e : un apoyo fijo y un apoyo móvil

r_i : una rotula y una biela

La vinculación no presenta forma crítica \rightarrow Sistema estable isostático

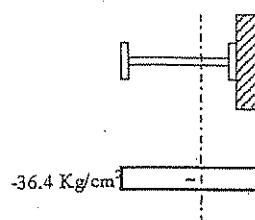
TENSIONES NORMALES (σ)

SECCION 1-1



$$\begin{aligned} M &= 8.88 \text{ tm} \\ N &= -2.81 \text{ t} \\ Q &= 0.79 \text{ t} \end{aligned}$$

SECCION 2-2



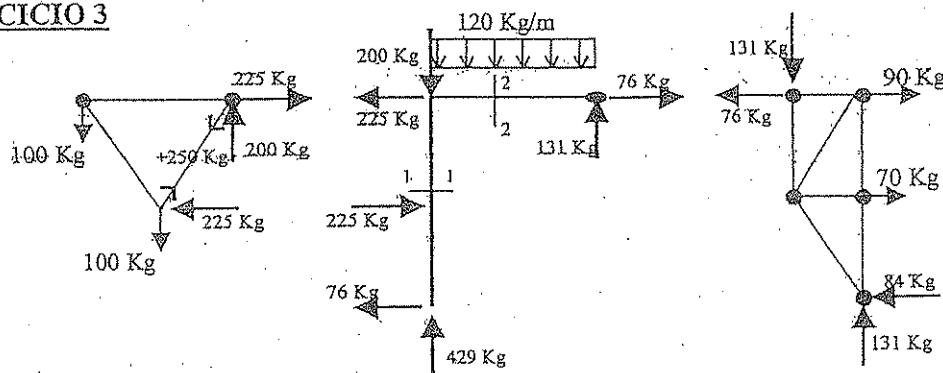
$$\begin{aligned} M &= 0 \\ N &= -9.71 \text{ t} \\ Q &= 2.81 \text{ t} \end{aligned}$$

TENSIONES TANGENCIALES (τ)

$$\tau_{1-1} = 42.84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{2-2} = 111.95 \text{ Kg/cm}^2$$

EJERCICIO 3



Chapas = 3 gdl = 3xC = 9

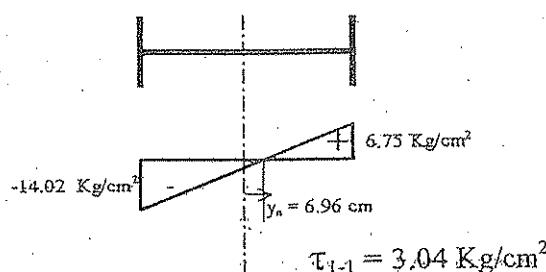
Restricciones $\rightarrow r_v = r_e + r_i = 4 + 5 = 9 \rightarrow$

r_e : dos apoyos fijos

r_i : dos rotulas y una biela

La vinculación no presenta forma crítica \rightarrow Sistema estable isostático

SECCION 1-1

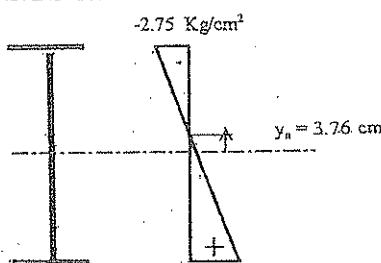


$$\tau_{1-1} = 3.04 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} M &= 152 \text{ Kgm} \\ N &= -429 \text{ Kg} \\ Q &= 149 \text{ Kg} \end{aligned}$$

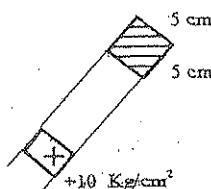
Barra reticulado más solicitada: $N = +250 \text{ Kg}$

SECCION 2-2

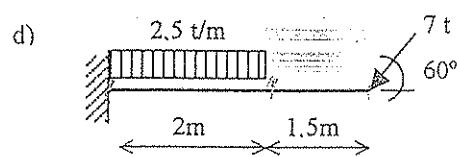
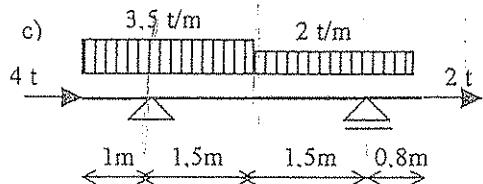
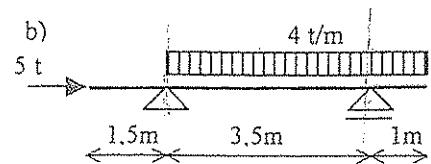
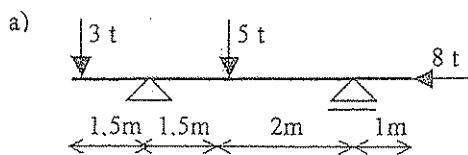


$$\tau_{2-2} = 1.54 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} M &= 50 \text{ Kgm} \\ N &= +76 \text{ Kg} \\ Q &= 73 \text{ Kg} \end{aligned}$$



Tema: Diagramas de esfuerzos internos en estructuras lineales.

1- Trazar diagramas de M , Q y N en las siguientes estructuras lineales.

e) Ejercicio 4 del Trabajo Práctico N° 3

f) Ejercicio 3 del Trabajo Práctico N° 3

g) Ejercicio 1a) y 1b) del Trabajo Práctico N° 6

h) Ejercicio 1a) y 1b) del Trabajo Práctico N° 12

i) Ejercicio 2a) y 2b) del Trabajo Práctico N° 12

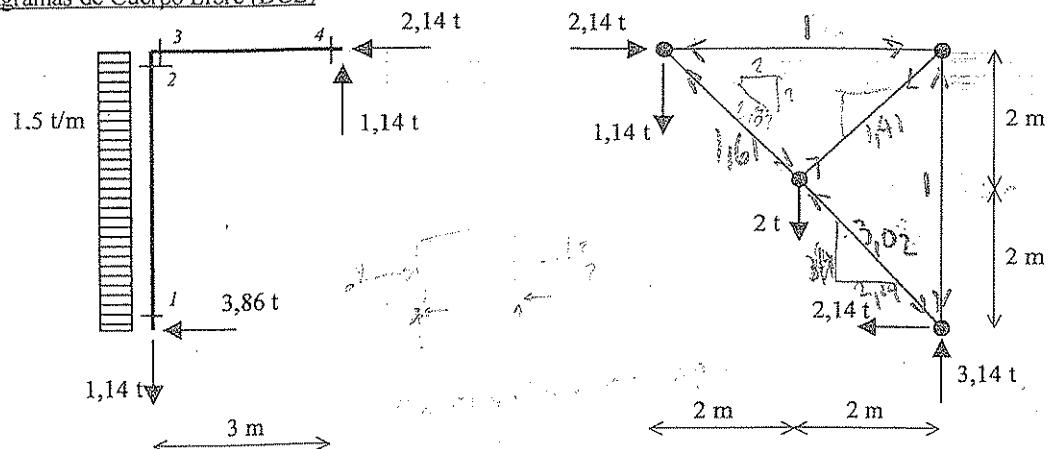
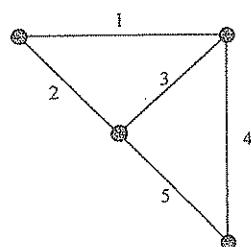


Ejercicio 3Estabilidad

$$\text{Chapas} = 2 \quad gdl = 3 \times C = 6$$

$$\text{Restricciones} \rightarrow r_v = r_e + r_i = 4 + 2 = 6 \quad r_e: \text{dos apoyos fijos} \quad r_i: \text{una rótula}$$

La chapa de alma llena y la chapa reticulada de la derecha forman un arco de tres articulaciones no alineadas, por lo que no presenta forma crítica → **Sistema estable isostático**.

Diagramas de Cuerpo Libre (DCL)Análisis chapa reticulada

Barra	Tracción (ton)	Compresión (ton)
1	---	1,00
2	---	1,62
3	1,41	---
4	---	1,00
5	---	3,03

Barra más traccionada → barra 3
 $\text{LPN } 40 \times 5 \rightarrow F = 3,79 \text{ cm}^2 \rightarrow \sigma = 0,37 \text{ t/cm}^2$

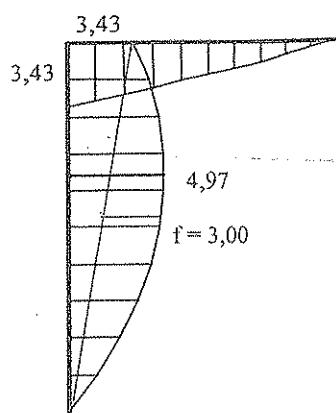
Diagramas MON chapa alma llena

DIAGRAMA DE M (tm)

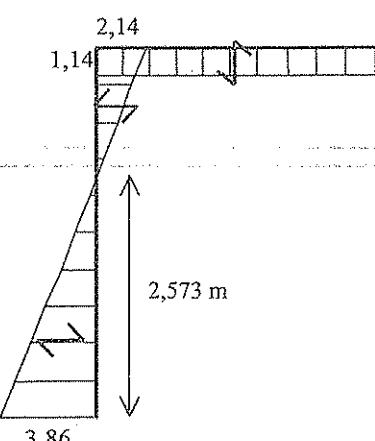


DIAGRAMA DE Q (t)

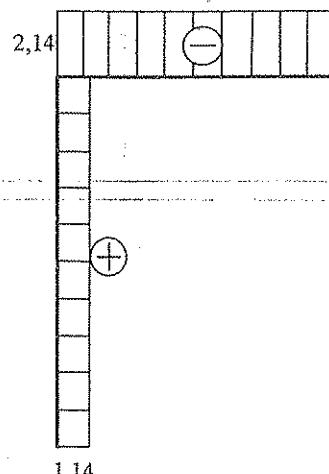
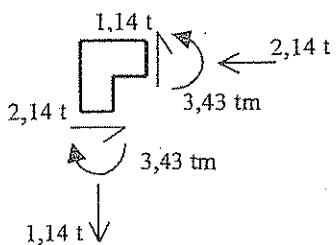


DIAGRAMA DE N (t)

Verificaciones diagramas MQ

En el tramo definido por las secciones 1 y 2, $q = \text{cte}$, por lo que M es de 2º orden y Q es lineal. Entre las secciones 3 y 4 no hay carga repartida por lo que M es lineal y Q es cte. A 2,573 m del apoyo derecho el corte es nulo ($Q = 0$) y en esta sección se da el máximo momento de tramo que vale $M = 4,97 \text{ tm}$, coincidiendo con el momento flector máximo de la estructura.

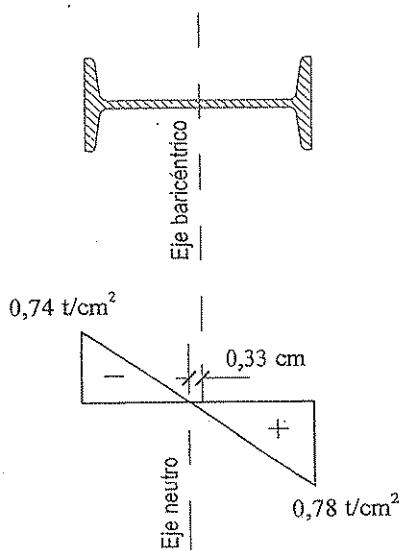
Equilibrio de nudo

Estudio de tensiones en chapa alma llena

Sección alma llena IPN 300 $\rightarrow F = 69 \text{ cm}^2$; $s = 1,08 \text{ cm}$; $I_x = 9800 \text{ cm}^4$; $S_x = 381 \text{ cm}^3$

La sección donde se da la máxima tensión normal $\sigma = +0,78 \text{ t/cm}^2$ corresponde a aquella donde se produce el momento máximo en la estructura ($M = 4,97 \text{ tm}$).

La máxima tensión tangencial se da en la sección 1 y con un valor $\tau_M = 0,139 \text{ t/cm}^2$.



Tema: Deformación en vigas. Hiperestáticos.

- 1- Dada la viga del ejercicio 1 del Trabajo Práctico N° 10 dibujar la forma de la elástica y mediante el uso de tablas determinar la flecha en el extremo libre de la viga.
- 2- Trazar a mano alzada las elásticas correspondientes a las vigas de los casos a), b), c) y d) del ejercicio 1 del Trabajo Práctico N° 13.
- 3- Trazar a mano alzada la elástica de las estructuras correspondientes a los casos c) y d) del ejercicio 2 del Trabajo Práctico N° 14.
- 4- Trazar diagramas de esfuerzos internos correspondientes al pórtico del ejercicio 1b) del Trabajo Práctico N° 12. Trazar a mano alzada la elástica correspondiente.
- 5- Si la viga del ejercicio 1 se empotra en ambos extremos, mediante el uso de tablas realice:
 - a) Determinación de reacciones y trazado del DCL.
 - b) Trazado de los diagramas de M y Q.
 - c) Determinación de σ_{\max} y τ_{\max} .
 - d) Determinación de la flecha.
 - e) Trazado de la elástica.

- 6- Repetir el ejercicio 5 si la sección es un UPN 280



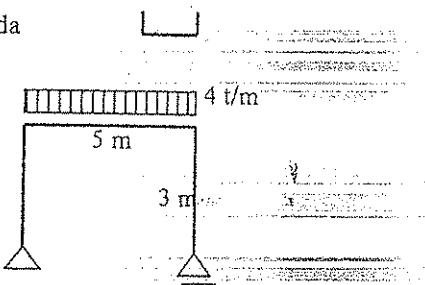
- 7- Repetir el ejercicio 5 con toda la carga concentrada en el centro de la luz.

- 8- Repetir el ejercicio 5 en el caso que la viga sea empotrada-articulada.

- 9- Repetir el ejercicio 6 si la sección es girada 90° a la izquierda

- 10- Dado el siguiente pórtico

- a) Determinar reacciones y trazar DCL
- b) Trazar diagramas de M, Q y N. Verificar.
- c) Trazar elástica.

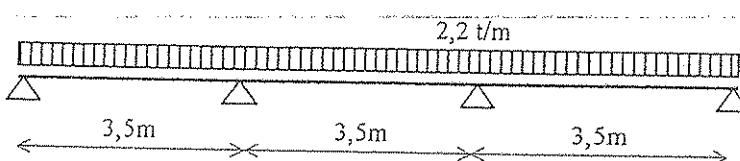


- 11- Repetir el ejercicio 10 si ambos apoyos fueran fijos.

- 12- Repetir el ejercicio 10 si el pórtico fuera biempotrado.

- 13- En la siguiente viga continua:

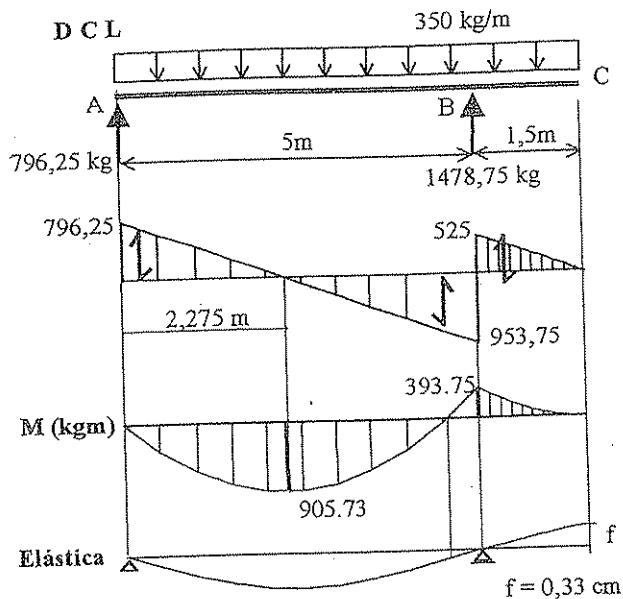
- a) Determinar reacciones y trazar DCL.
- b) Trazar diagramas de M y Q.
- c) Trazar elástica.



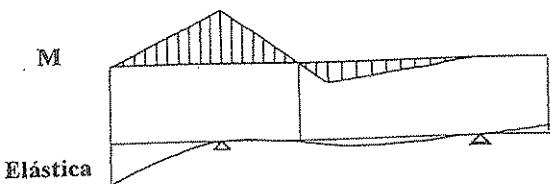
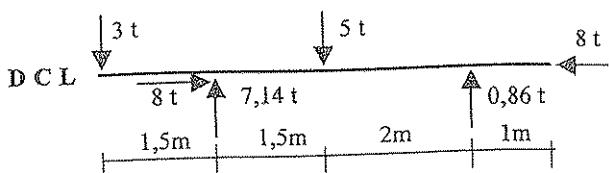
Tema: Deformación en vigas. Hiperestáticos.

1- (TP10 - Ej1)
 $E = 102.000 \text{ kg/cm}^2$

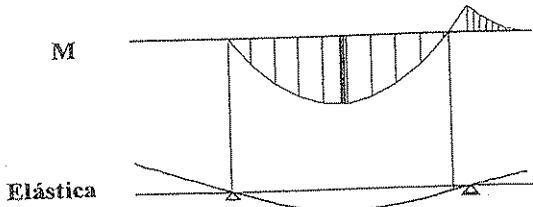
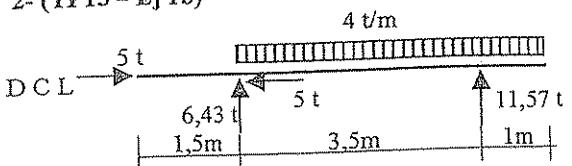
sección $20 \times 30 \text{ cm}$
 $I = 45.000 \text{ cm}^4$



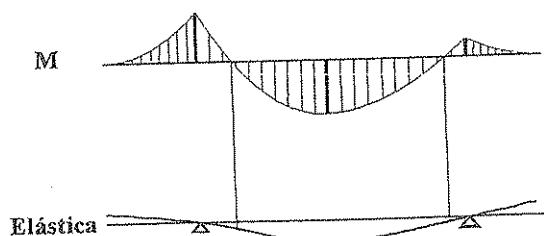
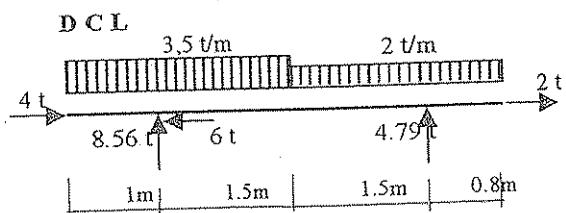
2- (TP13 - Ej 1a)



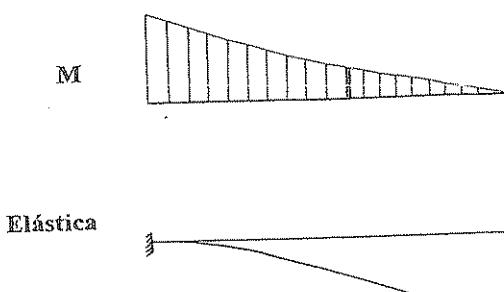
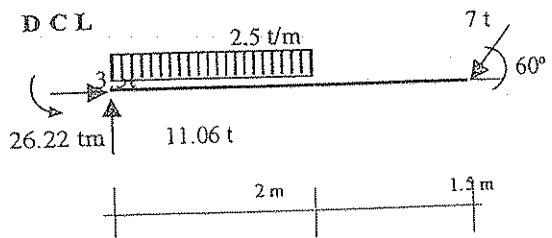
2- (TP13 - Ej 1b)



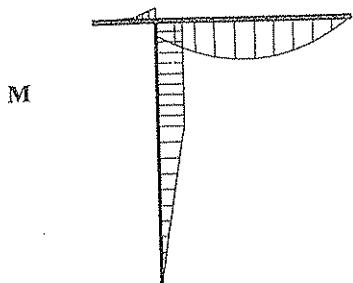
2- (TP13 - Ej 1c)



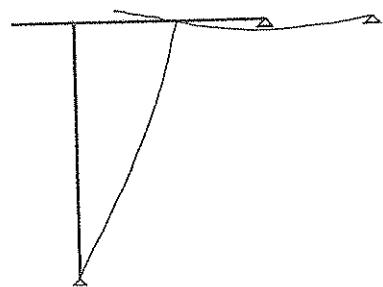
2- (TP13 - Ej 1d)



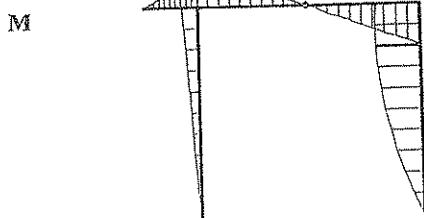
3- (TP14-2c)



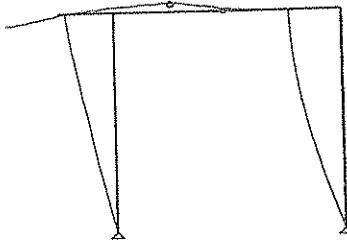
Elástica



3- (TP14 - 2d)

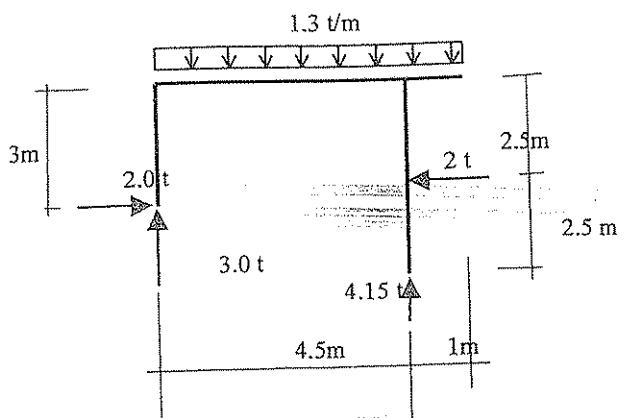


Elástica

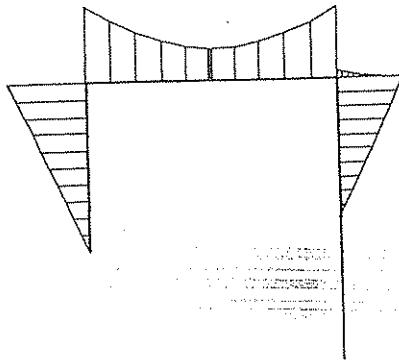


4- (TP13 1h-b)

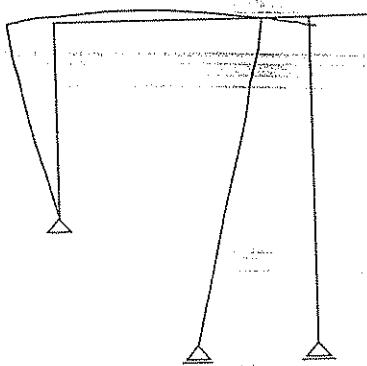
DCL



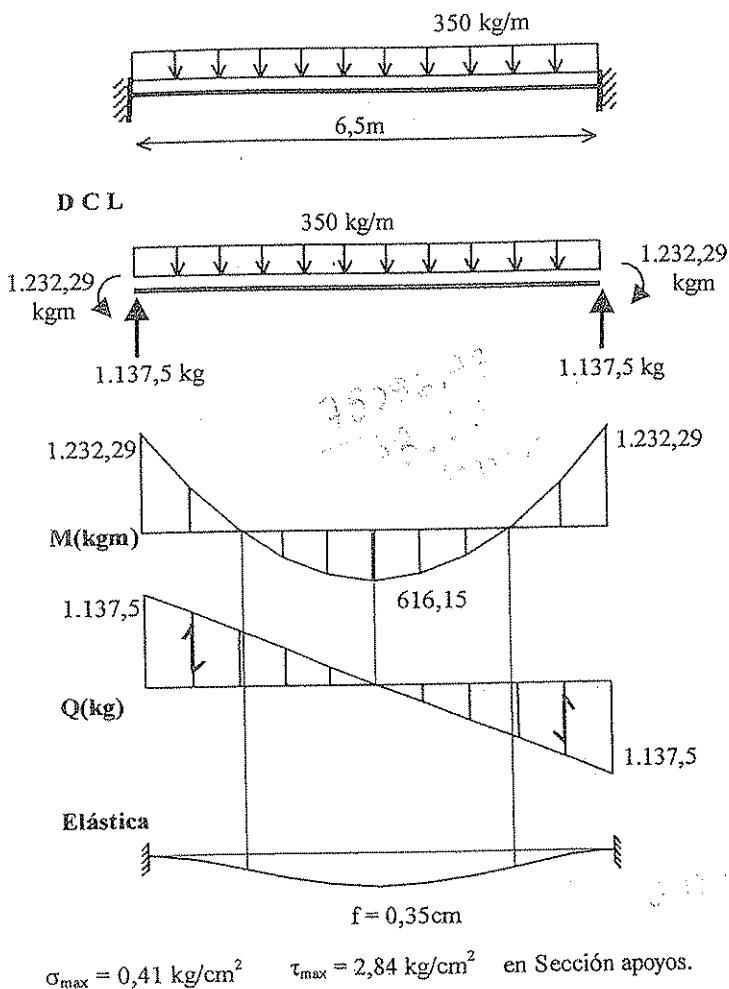
M



Elástica



5- sección 20 x 30 cm Madera Cedro
 $E = 102.000 \text{ kg/cm}^2$ $I = 45.000 \text{ cm}^4$
 $A = 600 \text{ cm}^2$



6- sección UPN 280

$$E = 2.000.000 \text{ kg/cm}^2 \quad I_x = 6.280 \text{ cm}^4 \quad W_x = 448 \text{ cm}^3$$

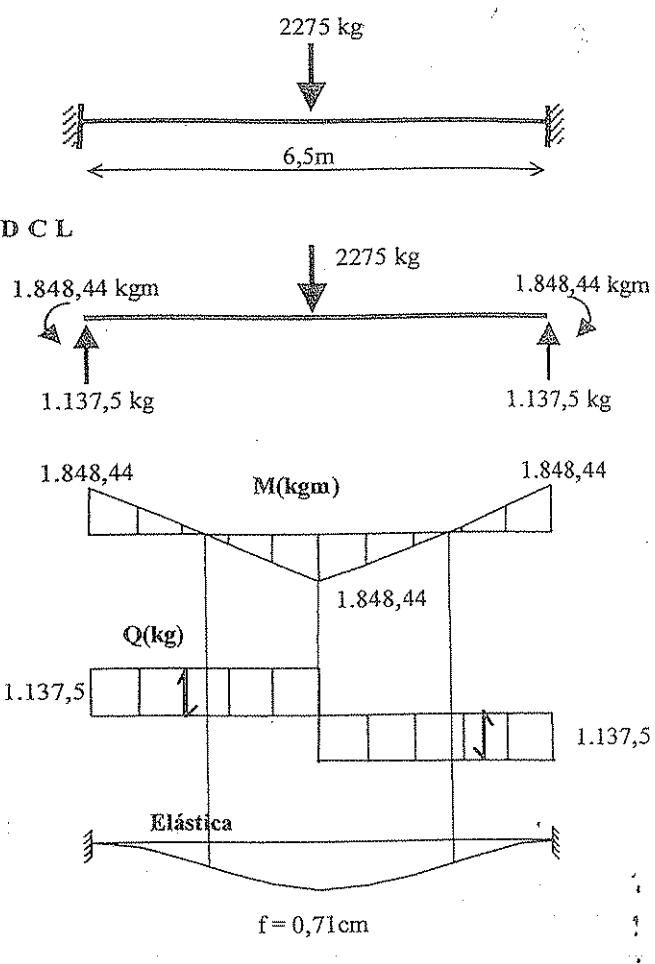
$$A = 53,3 \text{ cm}^2 \quad S_x = 266 \text{ cm}^3 \quad b = 1 \text{ cm}$$

$$f = 0,13 \text{ cm}$$

$$M_{\max} = 1232,29 \text{ kNm} \quad \sigma_{\max} = 2,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{\max} = 1137,5 \text{ kg} \quad \tau_{\max} = 48,18 \text{ kg/cm}^2$$

7-



9- sección UPN 280

$$I_y = 399 \text{ cm}^4 \quad W_y = 57,2 \text{ cm}^3$$

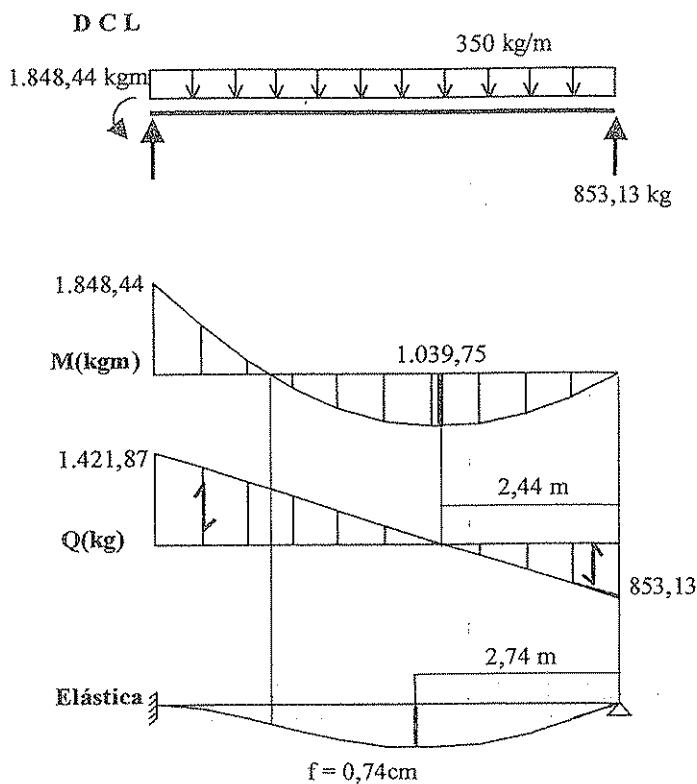
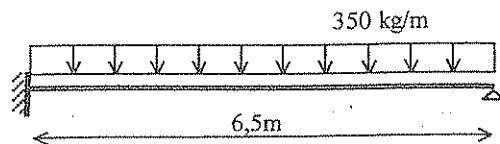
$$S_x = 72,87 \text{ cm}^3 \quad b = 3 \text{ cm}$$

$$f = 2,04 \text{ cm}$$

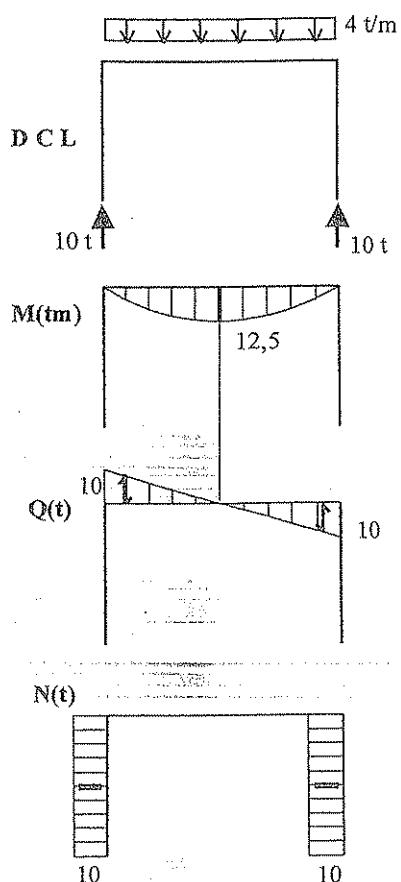
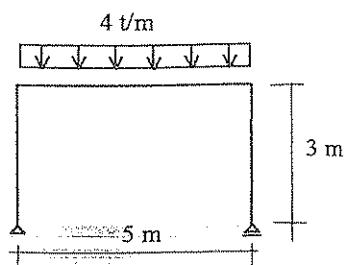
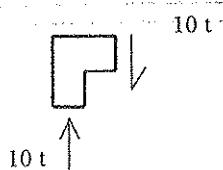
$$M_{\max} = 1232,29 \text{ kNm} \quad \sigma_{\max} = 21,54 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{\max} = 1137,5 \text{ kg} \quad \tau_{\max} = 69,25 \text{ kg/cm}^2$$

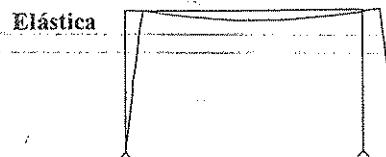
8- sección 20 x 30 cm Madera Cedro
 $E = 102.000 \text{ kg/cm}^2$ $I = 45.000 \text{ cm}^4$
 $A = 600 \text{ cm}^2$



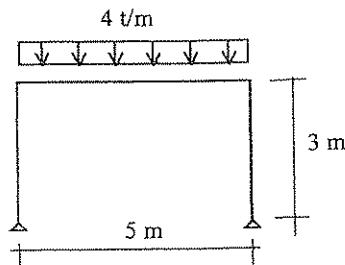
10-

Equilibrio de nudos

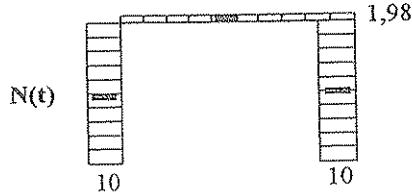
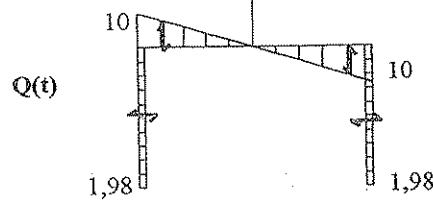
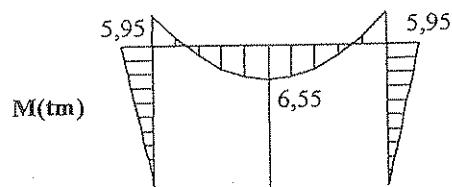
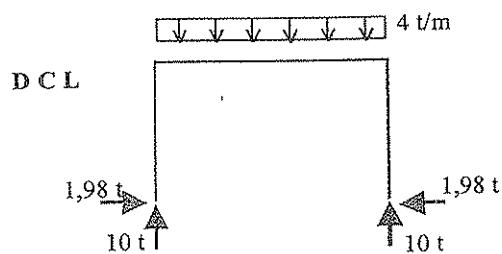
$$\begin{aligned}\Sigma X &= 0 \\ \Sigma Y &= 0 \\ \Sigma M &= 0\end{aligned}$$



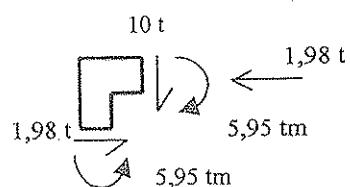
11-



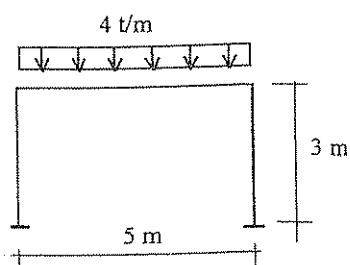
D C L



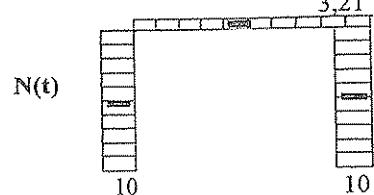
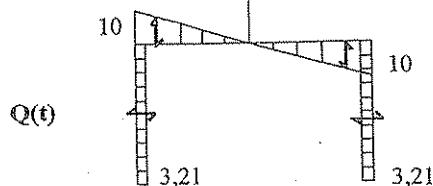
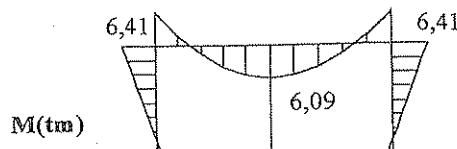
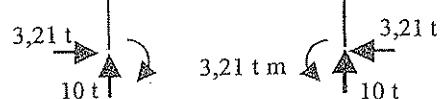
Elástica



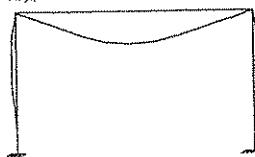
12-



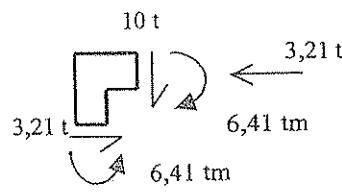
D C L



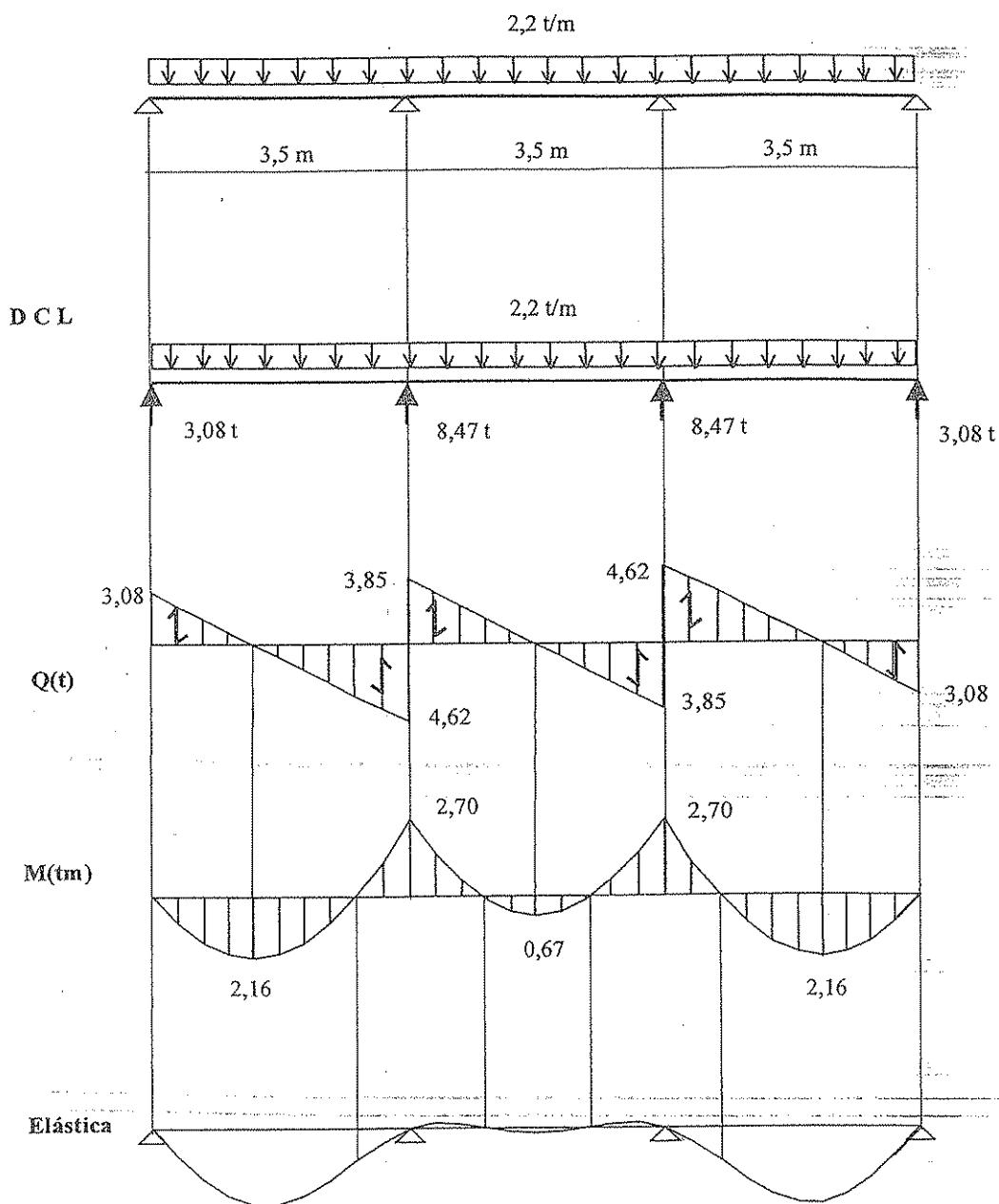
Elástica

Equilibrio de nudos

$$\begin{aligned}\Sigma X &= 0 \\ \Sigma Y &= 0 \\ \Sigma M &= 0\end{aligned}$$



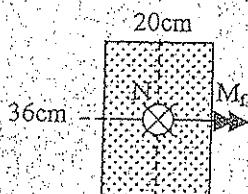
13- Viga continua de 3 tramos





Temas: Flexión compuesta.- Flexocompresión en secciones que no admiten tracción.

- 1- Dada una sección rectangular de 20cm x 36cm correspondiente a una viga de madera, solicitada por un momento flector de 38 tcm y un esfuerzo normal de 10 t de compresión actuando como se indica en el croquis, trazar diagrama de tensiones y ubicar el eje neutro.



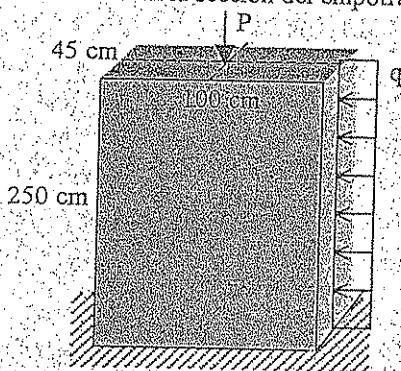
*20
36
N
M_f*

- 2- Reemplazar en el ejercicio 1, el sistema formado por M_f y N , por un sistema equivalente constituido por una sola carga normal excéntrica. Determinar la excentricidad.

- 3- a- Resolver el ejercicio 1 si se cambia el esfuerzo normal por $N = 4$ t
b- Reemplazar este nuevo estado de solicitación por uno equivalente constituido por una carga normal excéntrica.

- 4- Determinar el valor que debería tener N en el ejercicio 1 de manera que el eje neutro resultara tangente a la sección. Trazar diagrama de tensiones.

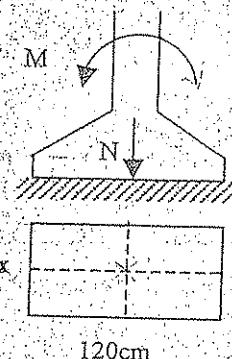
- 5- Dado el siguiente pilar de mampostería sometido a $P = 4000$ Kg y $q = 150$ Kg/m como se muestra en el esquema, determinar en la sección del empotramiento:



- a) Diagrama de tensiones normales
b) Ubicación del eje neutro
c) La excentricidad que debe tener la carga normal para que constituya un sistema equivalente al dado

- 6- Resolver el ejercicio 5 en el caso que $P = 2000$ Kg

- 7- Dimensionar la siguiente base de manera que en el suelo no se sobrepase una tensión de $2,7 \text{ Kg/cm}^2$. Trazar diagrama de tensiones en la sección de contacto base-suelo.



$$M = 150 \text{ tcm}$$

$$N = 10 \text{ t}$$

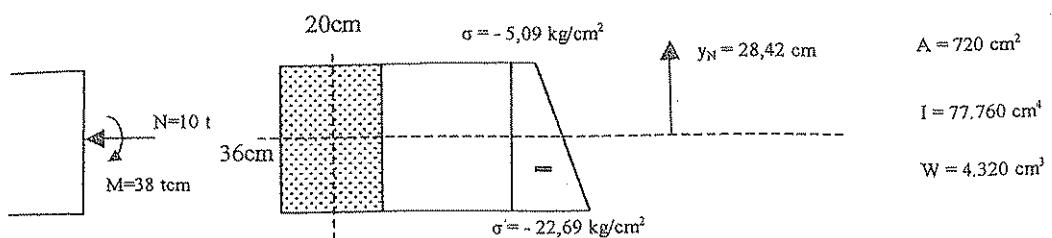
- 8- Repetir el ejercicio 7 para el caso en que $M = 250 \text{ tcm}$ (tracción fibras de la izquierda).

- 9- Repetir el ejercicio 7 para el caso en que $N = 5 \text{ t}$

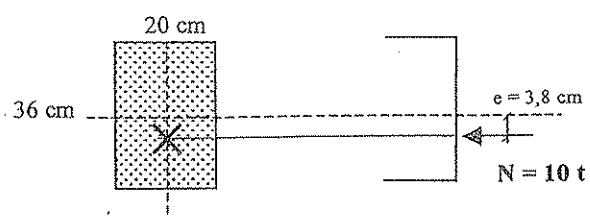
Tema: Flexión compuesta en secciones que no admiten tracción

Página 1 de 1

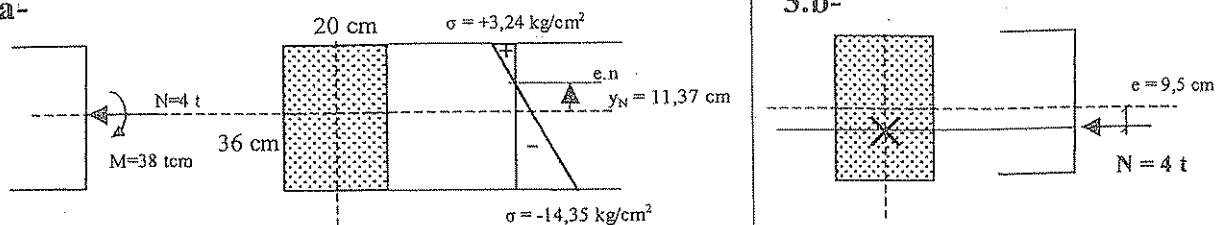
1-



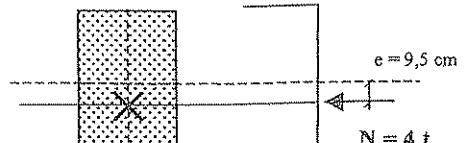
2-



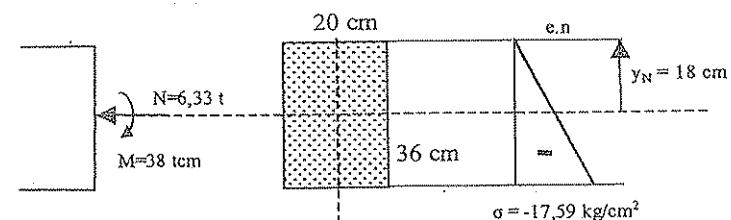
3.a-



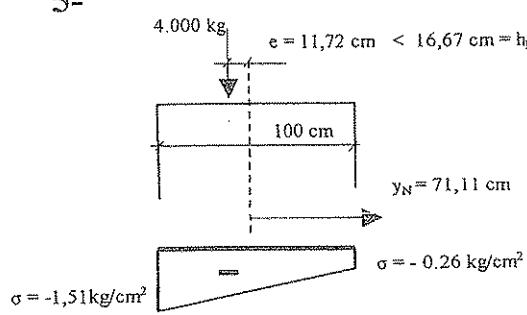
3.b-



4-



5-



$$A = 4,500 \text{ cm}^2$$

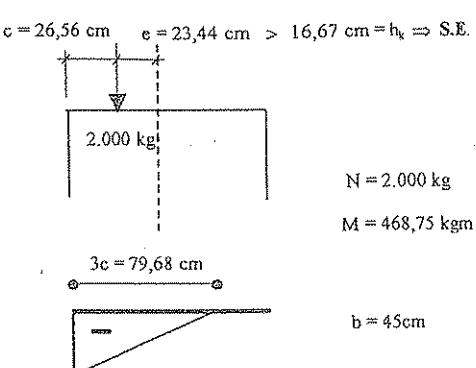
$$I = 37,500 \text{ cm}^4$$

$$W = 75,000 \text{ cm}^3$$

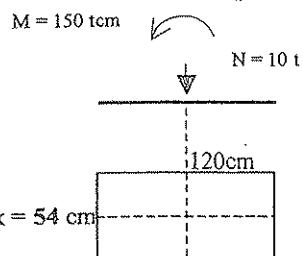
$$N = 4,000 \text{ kg}$$

$$M = 468,75 \text{ kNm}$$

$$\sigma = -1,12 \text{ kg/cm}^2$$

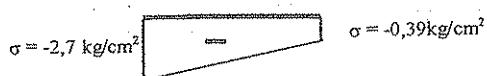


7-

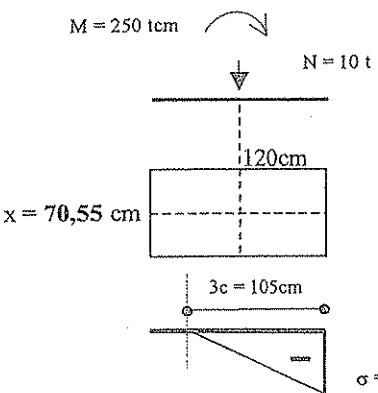


$$e = 15 \text{ cm} < 20 \text{ cm} = h_k$$

$$A = 6.480 \text{ cm}^2 \quad W = 129.600 \text{ cm}^3$$

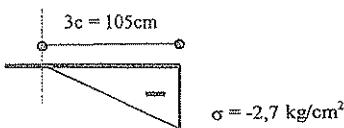


8-

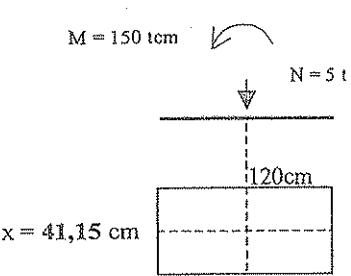


$$e = 25 \text{ cm} > 20 \text{ cm} = h_k \Rightarrow \text{S.E.}$$

$$c = 35 \text{ cm}$$

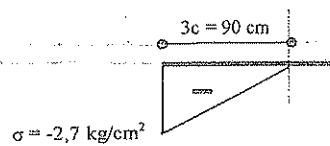


9-



$$e = 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm} = h_k \Rightarrow \text{S.E.}$$

$$c = 30 \text{ cm}$$





Tema: Seguridad estructural. Tensiones admisibles.

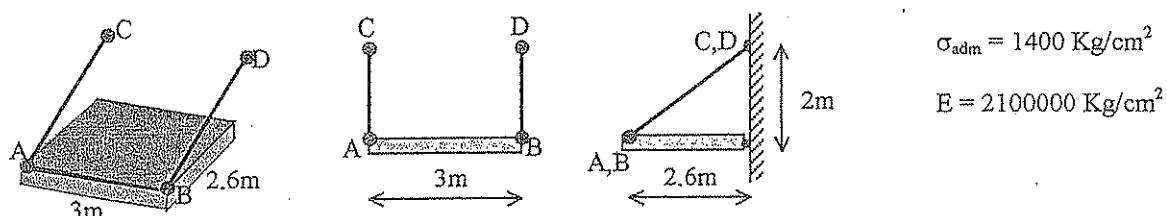
1- Dada la cabriada en madera de quebracho blanco, croquizada en el ejercicio 6 del TP 5, determinar la tensión de trabajo de la barra 3 si su sección es cuadrada de 5cm de lado. Verificar si está en condiciones de seguridad.

2- Considerando la barra estudiada en el ejercicio 1, determinar cuál es el máximo esfuerzo normal que puede soportar en condiciones de seguridad.

3- Determinar la carga máxima admisible que puede levantar un cable de acero de sección circular ($\phi = 16 \text{ mm}$) sabiendo que $\sigma_{\text{adm}} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$.

4- Verificar la seguridad de un tubo de acero solicitado con un esfuerzo de tracción de 7 t, si su sección corresponde a una corona circular cuyos diámetros son: interno, 3 cm; externo, 4 cm y $\sigma_{\text{adm}} = 1,4 \text{ t/cm}^2$.

5- Dimensionar con un cable de acero los tensores AC y BD que sostienen la marquesina según se indica en el siguiente croquis. El peso propio de la marquesina más la sobrecarga accidental se estima en 250 Kg/m^2 . Considerar el alargamiento máximo admisible de los tensores: $\delta_{\text{max adm}} = 1 \text{ cm}$.



6- Verificar la seguridad de la viga V_1 del entrepiso de madera del ejercicio 1 del TP 4, si su sección es rectangular de 15cm x 30cm de lapacho negro. Considerar la carga de los tirantes uniformemente repartida sobre la viga y la $f_{\text{adm}} = L/300$. Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada.

7- Verificar la seguridad de la viga V_1 del entrepiso de madera del ejercicio 2 del TP 4, si su sección es rectangular de 20cm x 35cm de curupay negro. Considerar la carga de los tirantes uniformemente repartida sobre la viga. Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada.

8- Una ménsula horizontal de 2,25m de longitud se construye con un IPN 200. Determinar la máxima carga vertical uniformemente repartida q que puede aplicarse a la misma en condiciones de seguridad. Considerar $f_{\text{adm}} = L/350$.

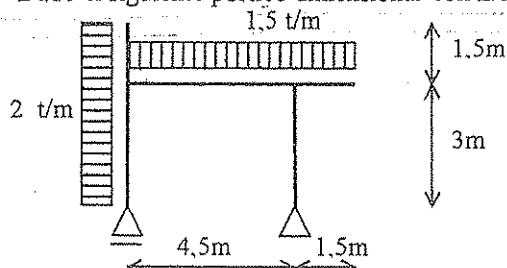
9- Dimensionar la siguiente viga con sección rectangular ($h = 2b$) en madera de curupay colorado.



10- Dimensionar la viga del ejercicio 9 con un IPN.

11- Determinar la carga máxima que admite la viga del ejercicio 9 en condiciones de seguridad, si la sección es un UPN 240.

12- Dado el siguiente pórtico dimensionar con IPN. Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada.



13- Dimensionar el pórtico del ejercicio 12 en madera de cedro con sección rectangular ($h = 1.5 b$). Trazar diagramas de tensiones normales y tangenciales en las respectivas secciones más solicitadas.

Ejercicio 1

$N_{b3} = +101,88 \text{ kg}$; $F = 25 \text{ cm}^2 \rightarrow \sigma_{b3} = +4,08 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 60 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{Buenas Condiciones (BC)}$

Ejercicio 2

$N_{max} = 1500 \text{ kg}$ de tracción

Ejercicio 3

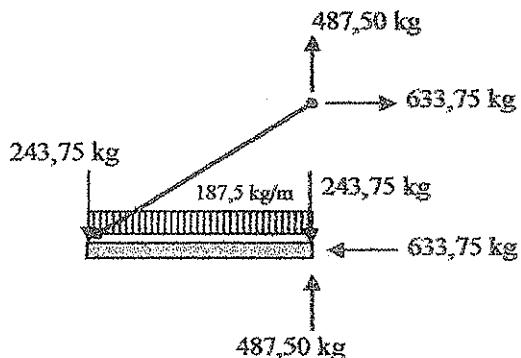
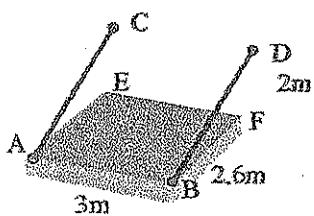
$$\left. \begin{array}{l} \text{Ø} 16 \text{ mm} \rightarrow F = 2,01 \text{ cm}^2 \\ \sigma_{adm} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right\} \rightarrow N_{adm} = 2814 \text{ kg de tracción}$$

Ejercicio 4

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ø}_{int} = 3 \text{ cm}; \text{Ø}_{ext} = 4 \text{ cm} \rightarrow F = 5,50 \text{ cm}^2 \\ N_{barra} = +7,00 \text{ t} \end{array} \right\} \rightarrow \sigma = 1,27 \text{ t/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1,40 \text{ t/cm}^2 \therefore \text{BC}$$

Ejercicio 5

Se considera a la estructura de la marquesina conformada por cuatro vigas perimetrales (AB, BF, FE y EA) que materializan su contorno. Para simplificación del ejercicio, se adopta que cada una de las vigas toma la cuarta parte de la carga total. La marquesina se vincula a la pared a través de los tensores AC y BD y en los puntos E y F.

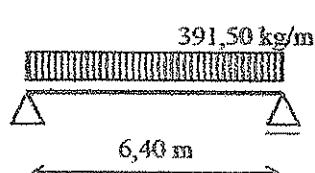


$N_{AC} = N_{BD} = +799,56 \text{ kg}; L = 328 \text{ cm}; \sigma_{max} = 0,853 \text{ cm}$

Se adopta una barra de diámetro Ø 9 mm. Para este diámetro el alargamiento es $\delta L = 0,2 \text{ cm} < \delta_{max,adm} = 1 \text{ cm} \therefore \text{BC}$

Ejercicio 6

Se considera el peso propio de la viga ($g = 49,5 \text{ kg/m}$) además de la carga proveniente de los tirantes.



$$\left. \begin{array}{l} M_{max} = 2004,48 \text{ kgm} \\ Q_{max} = 1252,80 \text{ kg} \end{array} \right\} (1)$$

Parámetros mecánicos sección viga
 $F = 450 \text{ cm}^2$
 $I_x = 33750 \text{ cm}^4$
 $W_x = 2250 \text{ cm}^3$
 $E = 157000 \text{ kg/cm}^2$

Verificaciones

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= 89,09 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 120 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{BC} \\ \tau_{max} &= 4,18 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 20 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{BC} \\ f_{max} &= 1,62 \text{ cm} < f_{adm} = 2,13 \text{ cm} \therefore \text{BC} \end{aligned}$$

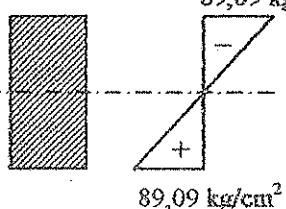
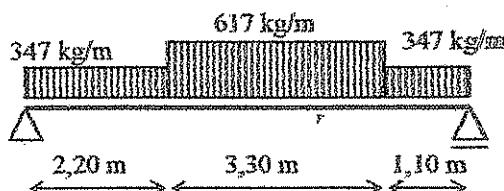


Diagrama de tensiones normales σ en la sección central de la viga (sección más solicitada).

Ejercicio 7

Se considera el peso propio de la viga ($g = 77 \text{ kg/m}$) además de la carga proveniente de los tirantes.



$$M_{\max} = 2955,66 \text{ kgm} \quad (1)$$

$$Q_{\max} = 1664,85 \text{ kg}$$

Parámetros mecánicos sección viga
 $F = 700 \text{ cm}^2$
 $I_x = 71458,33 \text{ cm}^4$
 $W_x = 4083,33 \text{ cm}^3$

Verificaciones

$$\sigma_{\max} = 72,38 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 100 \text{ kg/cm}^2 \therefore BC$$

$$\tau_{\max} = 3,57 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 23 \text{ kg/cm}^2 \therefore BC$$

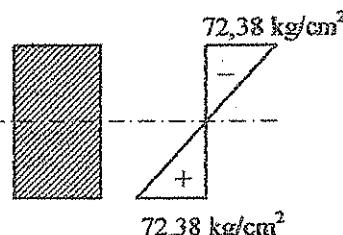


Diagrama de tensiones normales σ en la sección ubicada a 3,42 m del apoyo izquierdo (sección más solicitada).

Nota: El cálculo de la máxima deformación de la viga NO es posible determinarlo mediante el uso de las tablas que poseen los alumnos.

Aplicando un software específico de cálculo estructural se llega a determinar que su valor es $f_{\max} = 1,4 \text{ cm}$. Considerando una flecha admisible de valor $f_{adm} = L/300 = 2,2 \text{ cm}$ se observa que la sección verifica el requisito de deformación.

Ejercicio 8

Considerando el peso propio del IPN 200 ($g = 26,2 \text{ kg/m}$), la máxima carga vertical uniformemente repartida p (sobrecarga) que puede aplicarse en condiciones de seguridad vale $p = 871,6 \text{ kg/m}$ y corresponde a la verificación por deformación. La carga total repartida será $q = g + p$.

Las cargas obtenidas para cada requisito de verificación son:

$$\text{Tensiones normales } (\sigma_{adm} = 1400 \text{ kg/cm}^2) \rightarrow p_s = 1157,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Tensiones tangenciales } (\tau_{adm} = 800 \text{ kg/cm}^2) \rightarrow p_t = 4539,1 \text{ kg/m}$$

$$\text{Deformación } (f_{adm} = 0,64 \text{ cm}) \rightarrow p_f = 871,6 \text{ kg/m}$$

Ejercicio 9

Máximos esfuerzos internos sin tener en cuenta el peso propio de la viga

$M_{\max} = 452,10 \text{ kgm}$ tracción fibras inferiores (se da en la sección ubicada a 1,607 m del apoyo izquierdo)

$$Q_{\max} = 662,50 \text{ kg}$$

Sección adoptada

$$E=150000 \text{ kg/cm}^2$$



11 cm

Esta sección fue obtenida respetando los siguientes requisitos:

$$\sigma < \sigma_{adm} = 120 \text{ kg/cm}^2 \quad --- b_{sec} = 8,27 \text{ cm}$$

$$\tau < \tau_{adm} = 18 \text{ kg/cm}^2 \quad --- b_{sec} = 5,25 \text{ cm}$$

$$f_{voladizo} < f_{adm} = L/300 = 0,33 \text{ cm} \quad --- b_{sec} = 10,32 \text{ cm}$$

Luego, una vez conocida la sección, se procede a verificar tensiones σ y τ y la deformación en el extremo del voladizo considerando el peso propio, que ahora se puede calcular. Estas verificaciones dan correctamente.

Nota: Si bien es posible calcular la deformación en el extremo del voladizo, el cálculo de la máxima deformación entre apoyos (mayor que la del voladizo) no es posible determinarla mediante el uso de las tablas que poseen los alumnos.

Aplicando un software específico de cálculo estructural se llega a determinar que su valor es $f_{\max} = 0,4 \text{ cm}$. Considerando una flecha admisible entre apoyos de valor $f_{adm} = L/300 = 1,17 \text{ cm}$ se observa que la sección de 11 x 22 cm cumple los requisitos de deformación.

Ejercicio 10

Máximos esfuerzos internos sin tener en cuenta el peso propio de la viga

$M_{max} = 452,10 \text{ kgm}$ tracción fibras inferiores (se da en la sección ubicada a 1,607 m del apoyo izquierdo)

$Q_{max} = 662,50 \text{ kg}$

Sección adoptada *IPN 140*

Esta sección fue obtenida respetando los siguientes requisitos:

$$\sigma < \sigma_{adm} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \quad W_{sec} = 32,3 \text{ cm}^3$$

$$\tau < \tau_{adm} = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{admis} < f_{adm} = L/300 = 0,33 \text{ cm}$$

Luego, una vez conocida la sección, se procede a verificar tensiones σ y τ y la deformación en el voladizo considerando el peso propio, que ahora se puede conocer mediante las tablas de perfiles. Estas verificaciones dan correctamente.

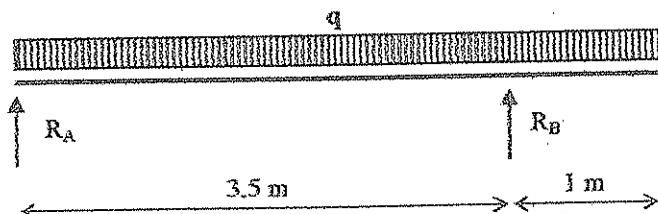
Nota: Si bien es posible calcular la deformación en el extremo del voladizo, el cálculo de la máxima deformación entre apoyos (mayor que la del voladizo) no es posible determinarla mediante el uso de las tablas que poseen los alumnos.

Aplicando un software específico de cálculo estructural se llega a determinar que su valor es $f_{adm} = 0,5 \text{ cm}$. Considerando una flecha admisible entre apoyos de valor $f_{adm} = L/300 = 1,17 \text{ cm}$ se observa que la sección materializada con un perfil IPN 140 cumple los requisitos de deformación.

Ejercicio 11

Considerando el peso propio del UPN 240 ($g = 33,2 \text{ kg/m}$) se tienen los siguientes diagramas de cuerpo libre, momentos flectores y esfuerzos de corte de la viga en estudio, en función de la carga repartida $q = p + g$

DCL

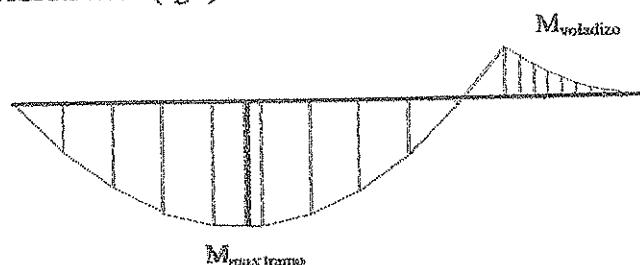


Operando se obtiene:

$$R_A = q \times 1,607 \text{ m}$$

$$R_B = q \times 2,893 \text{ m}$$

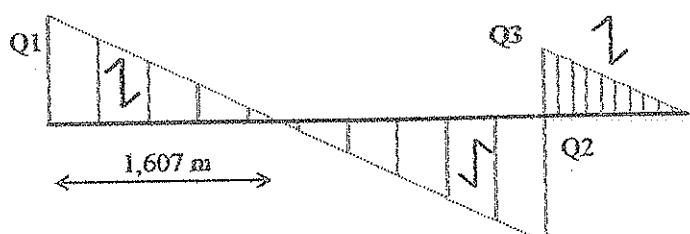
DIAGRAMA M (kgm)



$$M_{max_tramo} = M_{max} = q \times 1,291 \text{ m}^2$$

$$M_{voladizo} = q \times 0,5 \text{ m}^2$$

DIAGRAMA Q (kg)



$$Q_1 = q \times 1,607 \text{ m}$$

$$Q_2 = Q_{max} = q \times 1,893 \text{ m}$$

$$Q_3 = q \times 1 \text{ m}$$

Efectuando las verificaciones para σ , τ y deformación en el voladizo se llega a lo siguiente:

$$\text{para } \sigma \leq \sigma_{\text{adm}} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow p_{\text{max}}^{\sigma} = 3220 \text{ kg/m}$$

$$\text{para } \tau \leq \tau_{\text{adm}} = 800 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow p_{\text{max}}^{\tau} = 8044 \text{ kg/m}$$

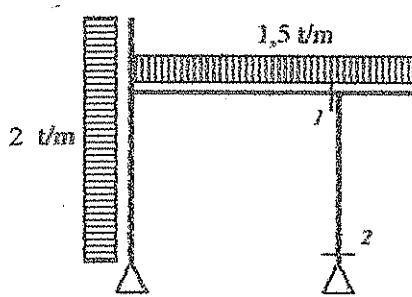
$$\text{para } f_{\text{voladizo}} \leq f_{\text{adm}} = L/300 = 0,33 \text{ cm} \rightarrow p_{\text{max}}^f = 2280 \text{ kg/m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \rightarrow p = 2280 \text{ kg/m}$$

Nota: El cálculo de la máxima deformación entre apoyos no es posible determinarlo mediante el uso de las tablas que poseen los alumnos.

Aplicando un software específico de cálculo estructural se llega a determinar que su valor es $f_{\text{max}} = 0,5 \text{ cm}$ para una carga repartida actuante total de $2313,2 \text{ kg/m}$. Considerando una flecha admisible de valor $f_{\text{adm}} = L/300 = 1,17 \text{ cm}$ se observa que el perfil UPN 240 verifica el requisito de deformación.

Ejercicio 12



Sección 1 → Sección más solicitada tensiones σ

$$M_{1-1} = 28,69 \text{ tm} \quad (1)$$

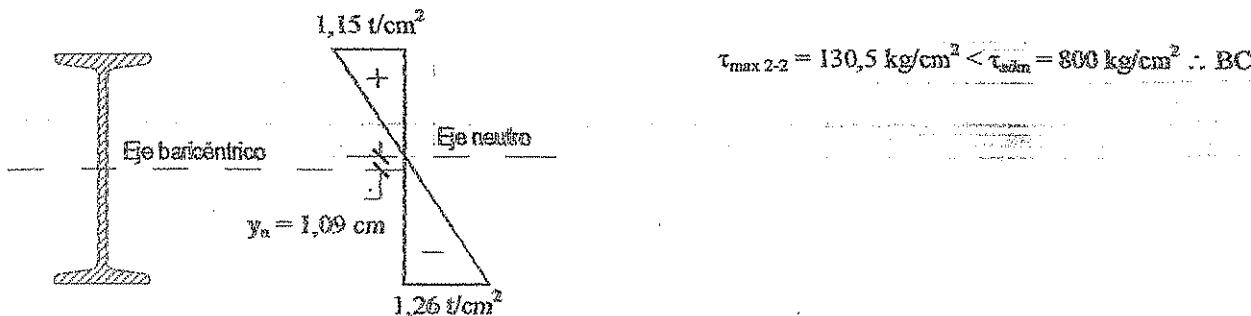
$$N_{1-1} = -9,00 \text{ t}$$

Sección 2 → Sección más solicitada tensiones τ

$$Q_{2-2} = 9,00 \text{ t} \quad \leftarrow$$

Se materializa la estructura con un IPN 475, verificando σ_{adm} y τ_{adm} . Dada la geometría de la estructura, NO es posible calcular deformaciones mediante el empleo de las tablas brindadas por la cátedra.

Diagrama de tensiones σ en la sección 1-1



Ejercicio 13

Sección adoptada: 48 x 72 cm

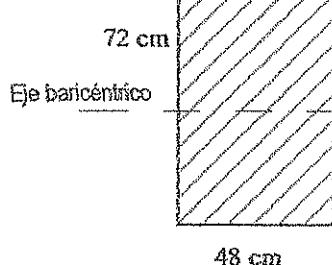


Diagrama σ
sección 1-1

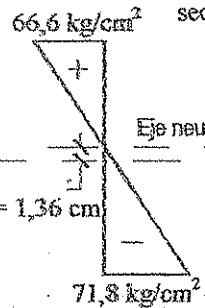
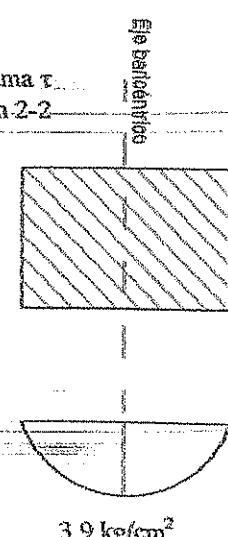


Diagrama τ
sección 2-2



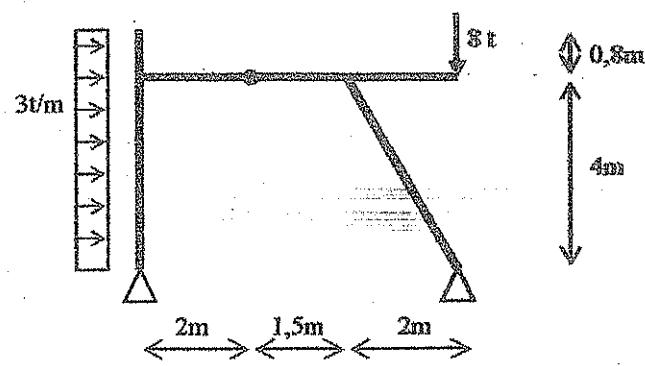
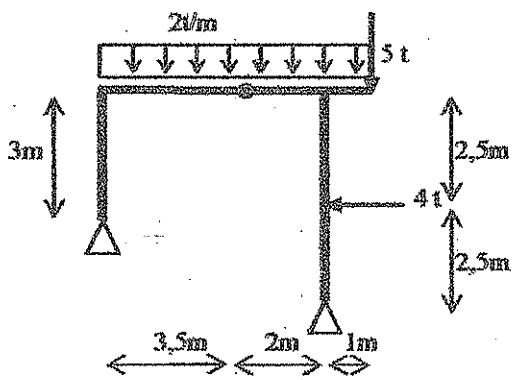


Tema: Sistemas compuestos. Sistemas mixtos

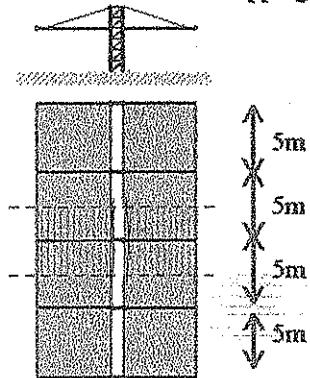
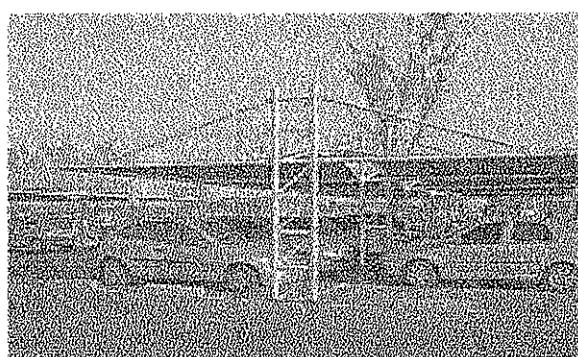
1- En los siguientes arcos de tres articulaciones:

a) Analizar estabilidad

b) Determinar reacciones e interacciones. Verificar resultados. Trazar DCL.



2- En la estructura que se observa en la fotografía correspondiente al estacionamiento del shopping Alto Rosario:



- Modelizar uno de los sistemas mixtos centrales que se ven en la fotografía. Considerar 4,2m la altura total del reticulado y 0,7m su ancho. Los elementos horizontales articulados al reticulado tienen una longitud de 4,7m cada uno y están sujetos mediante dos tensores a 0,7m del extremo libre. El peso total de cada piso de la cubierta es de 37,6 Kg (considerar esta carga dividida en las cuatro barras que lo sostienen). El peso de los elementos longitudinales externos y de las barras transversales articuladas al reticulado es de 5 Kg/m y el peso de los elementos longitudinales internos es de 2,5 Kg/m.
- Analizar la estabilidad del sistema.
- Determinar reacciones e interacciones. Verificar. Trazar diagramas de cuerpo libre
- Determinar los esfuerzos en las barras del reticulado por el método de los nudos.

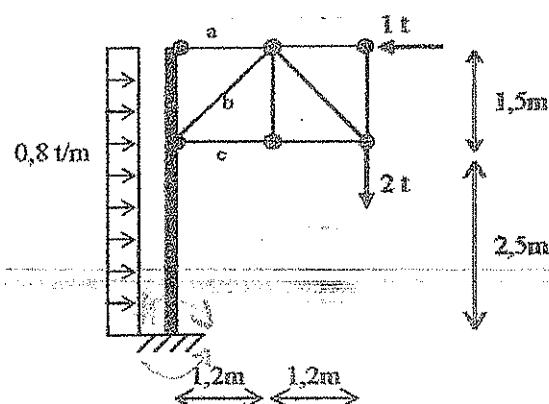
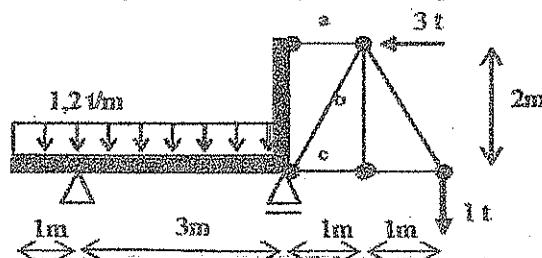
3- En las siguientes estructuras mixtas :

a) Analizar estabilidad

b) Determinar reacciones e interacciones. Verificar los resultados. Trazar DCL.

c) Resolver el reticulado por el método de los nudos y verificar los esfuerzos en las barras a, b y c por el método de las secciones.

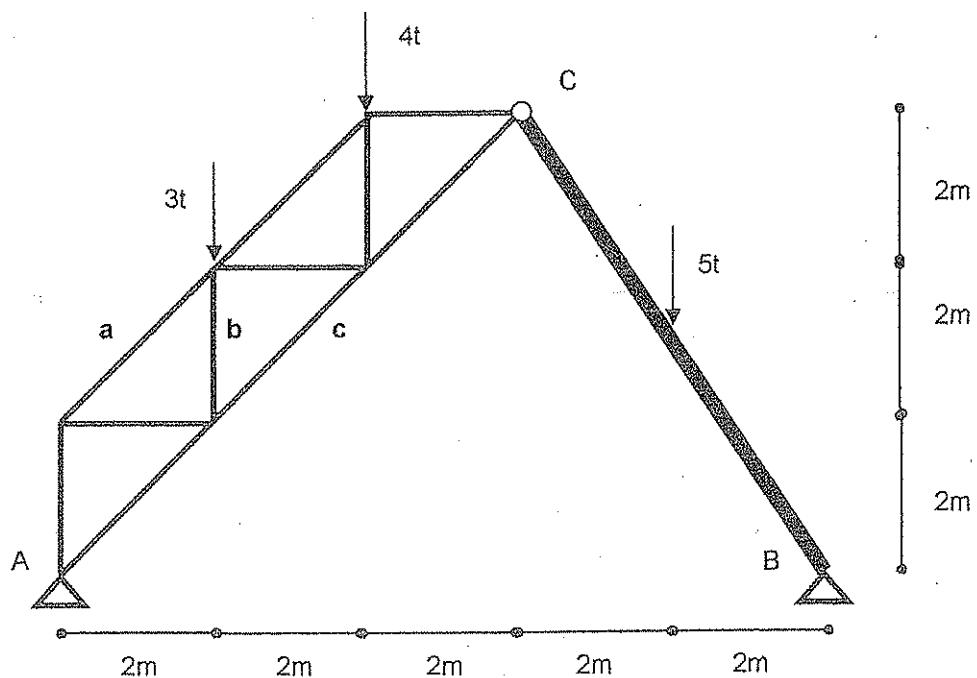
d) Trazar diagramas de M, Q y N en la chapa de alma llena.



Tema: Sistemas compuestos. Estructuras mixtas.

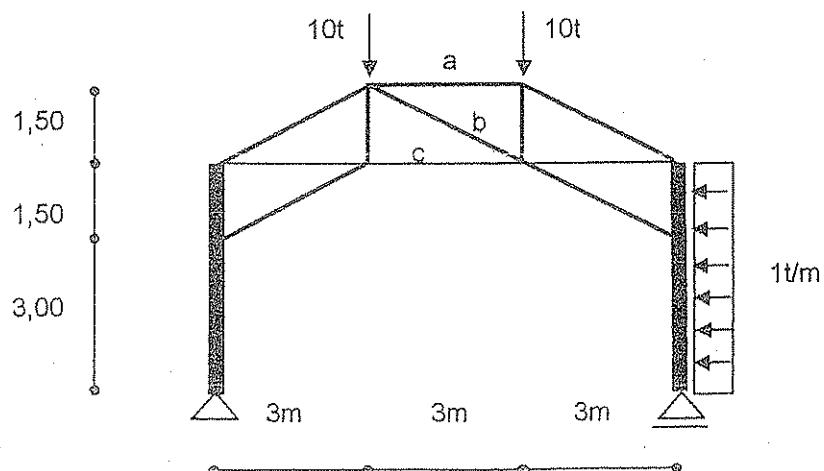
1) En la siguiente estructura:

- analizar estabilidad
- trazar diagrama de cuerpo libre de cada chapa
- determinar reacciones e interacciones
- determinar esfuerzos en barras a, b, c por método de las secciones
- trazar diagramas M, Q, N en chapa de alma llena



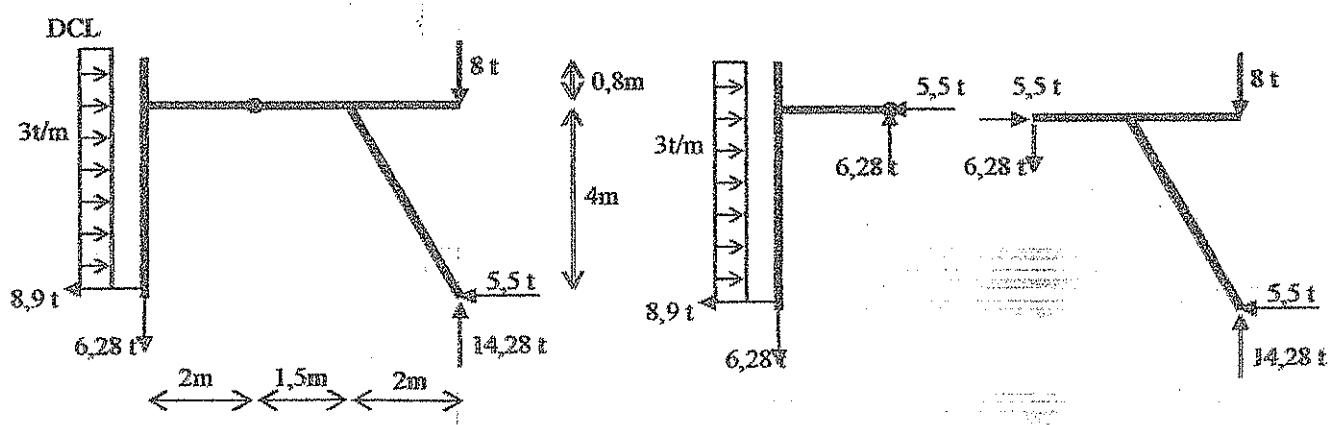
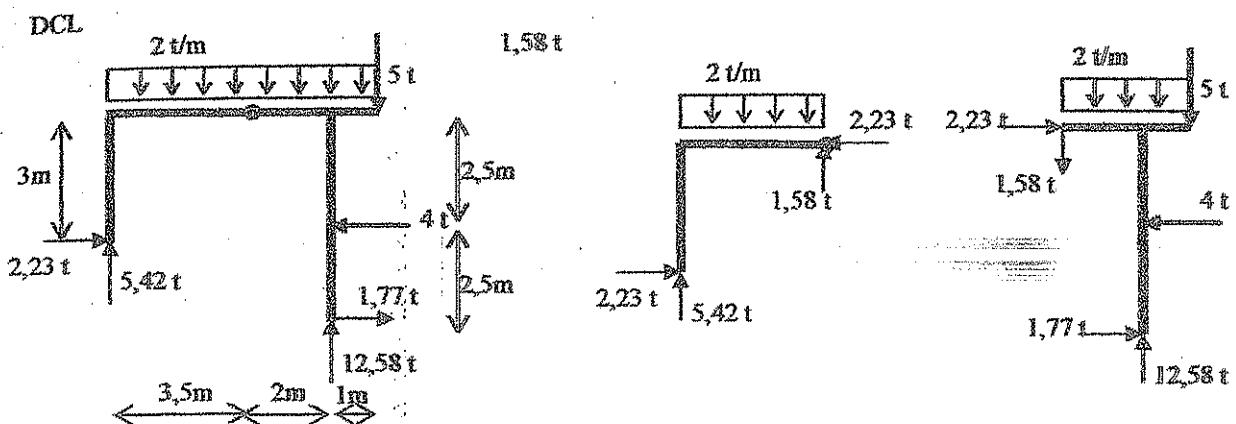
2) En la siguiente estructura:

- analizar estabilidad
- trazar diagrama de cuerpo libre de cada chapa
- determinar reacciones e interacciones
- determinar esfuerzos en barras a, b, c por método de las secciones
- trazar diagramas M, Q, N en chapas de alma llena



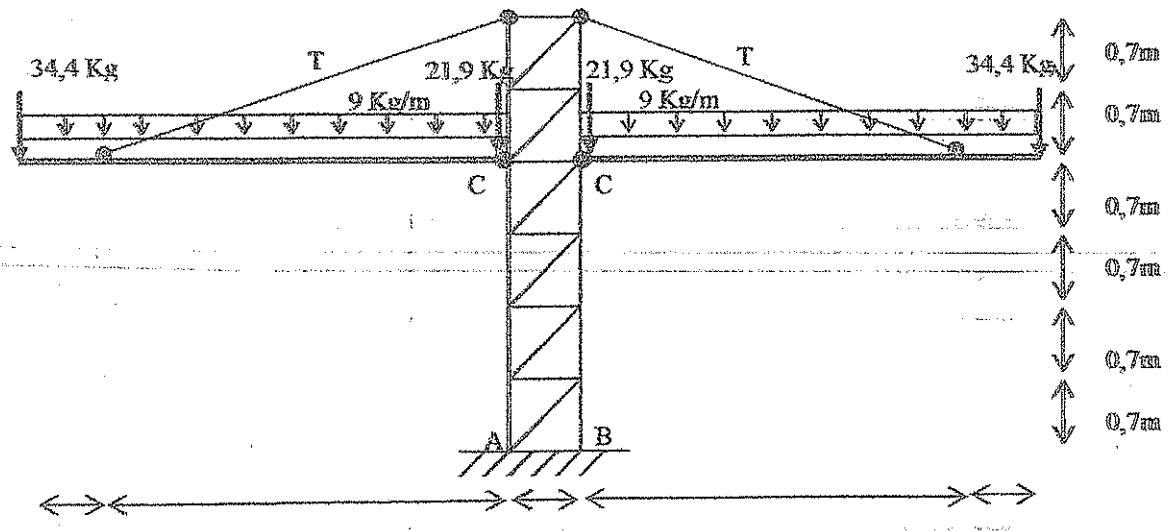
Tema: Sistemas compuestos. Sistemas mixtos

1- Sistemas : Chapas = 2 ; $gdi = 3 \times C = 6$; $r_v = r_e + r_i = 4 + 2 = 6$; las tres articulaciones no están alineadas \Rightarrow no existe forma crítica \Rightarrow Sistema estable isostático



2-

Modelización



$$37,6 \text{ Kg} / 4 = 9,4 \text{ Kg}$$

$$q = q_1 + q_2 = (9,4 \text{ Kg} / 4,7 \text{ m}) 2 + 5 \text{ Kg/m} = 9 \text{ Kg/m} \text{ (carga en la chapa horizontal articulada al reticulado)}$$

$$F_1 = (9,4 \text{ Kg} / 2 + 5 \text{ Kg/m} 2,5 \text{ m}) 2 = 34,4 \text{ Kg} \text{ (acción ejercida por los elementos longitudinales exteriores)}$$

$$F_2 = (9,4 \text{ Kg} / 2 + 2,5 \text{ Kg/m} 2,5 \text{ m}) 2 = 21,9 \text{ Kg} \text{ (acción ejercida por los elementos longitudinales internos)}$$

Análisis estabilidad:

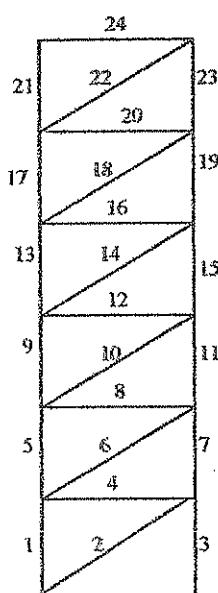
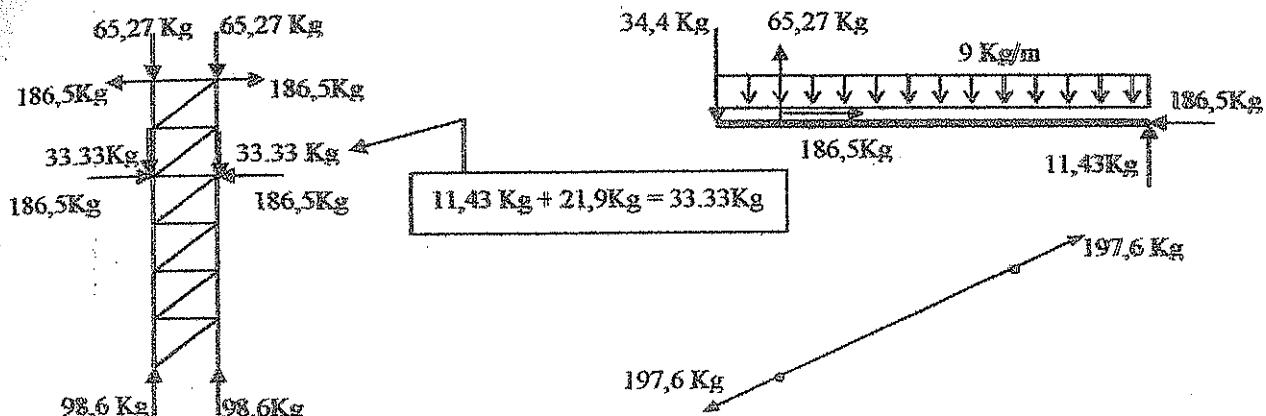
Chapas: 3 (dos de alma llena y una reticulada) $\Rightarrow gdl = 3 \times C = 3 \times 3 = 9$

Vínculos externos: una articulación en A y una biela en B = 2 + 1 = 3

Vínculos internos: dos articulaciones C y dos tensores T = 4 + 2 = 6 $\Rightarrow r_v = 3 + 6 = 9$

La chapa reticulada tiene tres grados de libertad restringidos con la articulación A y la biela B cuya restricción no pasa por A. Las chapas de alma llena horizontales se articulan a la chapa reticulada en C, los tensores T impiden que giren alrededor de C, por lo tanto las chapas de alma llena tienen sus tres grados de libertad restringidos. \Rightarrow El conjunto es estable isostático.

DCL



Barra	T [Kg]	C [Kg]	Barra	T [Kg]	C [Kg]	Barra	T [Kg]	C [Kg]
1	—	98,6	9	—	98,6	17	—	65,27
2	—	—	10	—	—	18	—	—
3	—	98,6	11	—	98,6	19	—	65,27
4	—	—	12	—	—	20	—	—
5	—	98,6	13	—	98,6	21	—	65,27
6	—	—	14	—	—	22	—	—
7	—	98,6	15	—	98,6	23	—	65,27
8	—	—	16	—	186,5	24	186,5	—

3-

Análisis estabilidad:

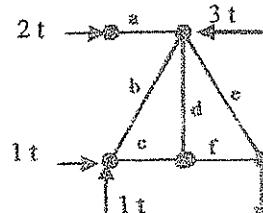
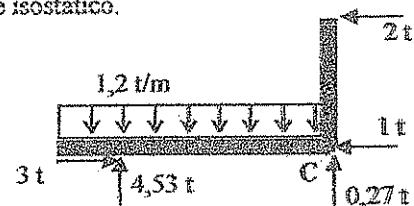
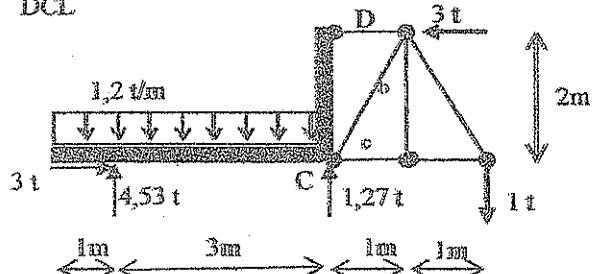
Chapas: 2 (una de alma llena y una reticulada) $\Rightarrow gdl = 3 \times C = 3 \times 2 = 6$

Vínculos externos: un apoyo doble y un apoyo simple = 2 + 1 = 3

Vínculos internos: una articulación en C y una biela D = 2 + 1 = 3 $\Rightarrow r_v = 3 + 3 = 6$

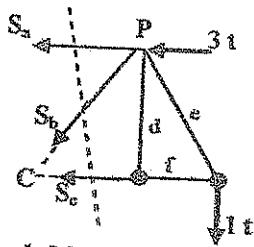
La chapa de alma llena tiene sus tres grados de libertad restringidos con el apoyo fijo y el apoyo móvil cuyas restricciones no son concurrentes ni paralelas. La chapa reticulada está articulada a la chapa de alma llena en C y la biela D impide que gire alrededor de C. \Rightarrow el sistema mixto es estable isostático.

DCL

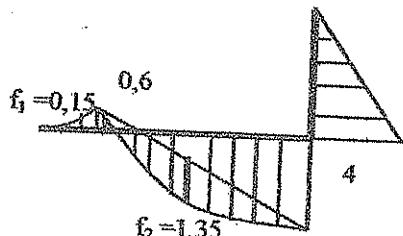


Barra	T [t]	C [t]
a	2	—
b	1,12	—
c	0,5	—
d	—	—
e	1,12	—
f	0,5	—

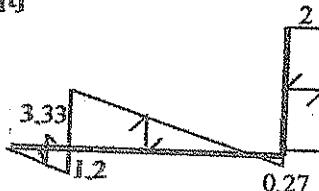
Aplicación Método de las Secciones



Diagramas de M, Q y N



$Q[t]$



$N[t]$

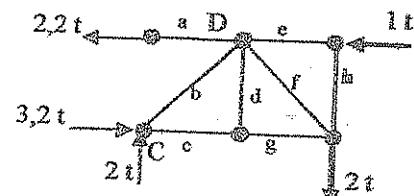
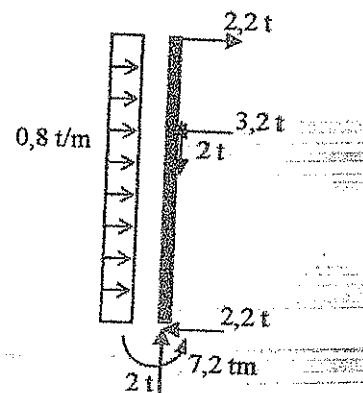
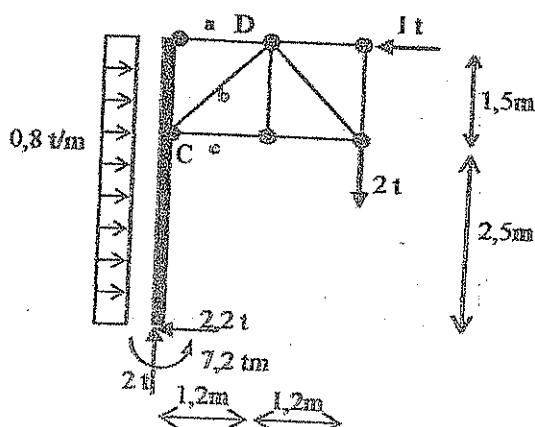


Análisis estabilidad:

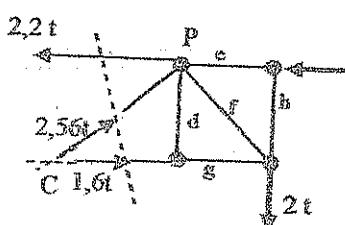
Chapas: 2 (una de alma llena y una reticulada) $\Rightarrow gdl = 3 \times C = 3 \times 2 = 6$
Vínculos externos: un empotramiento = 3

Vínculos internos: una articulación en C y una biela D = $2 + 1 = 3 \Rightarrow r_v = 3 + 3 = 6$
La chapa de alma llena tiene sus tres grados de libertad restringidos con el empotramiento. La chapa reticulada está articulada a la chapa de alma llena en C y la biela D impide que gire alrededor de C. \Rightarrow el sistema mixto es estable

DCL



Aplicación Método de las Secciones



$$\sum M_p = 0 \Rightarrow S_c = -1,6t$$

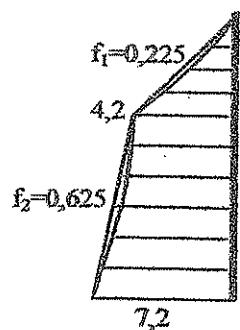
$$\sum M_c = 0 \Rightarrow S_a = +2,2t$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow S_b = -2,56t$$

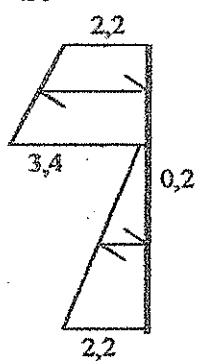
Barra	T [t]	C [t]
a	2,2	
b		2,56
c		1,6
d	--	--
e		1
f	2,56	
g		1,6
h	--	--

Diagramas de M, Q y N

M[tm]

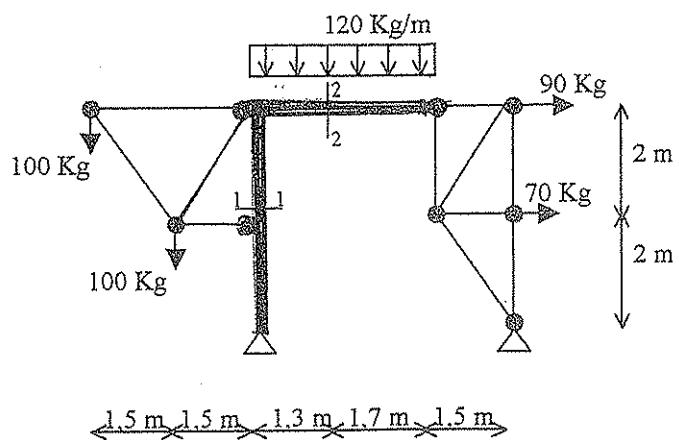


Q[t]



N[t]





Sección alma llena IPN 400

Sección reticulado
(sección cuadrada)



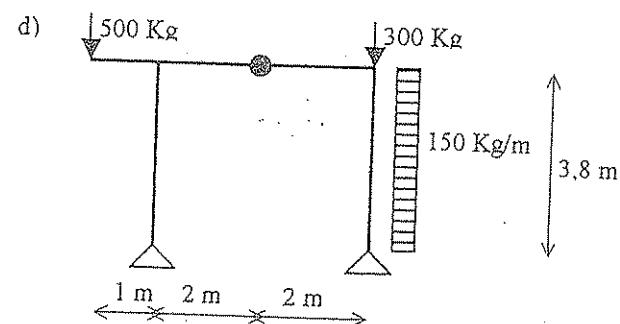
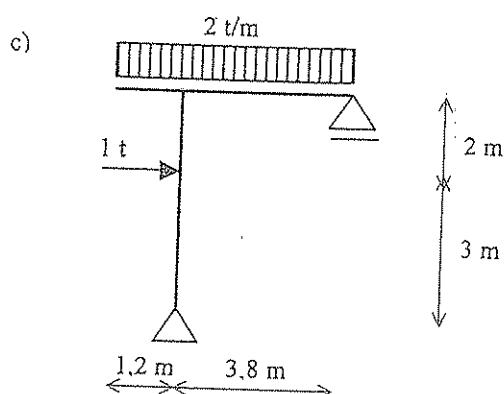
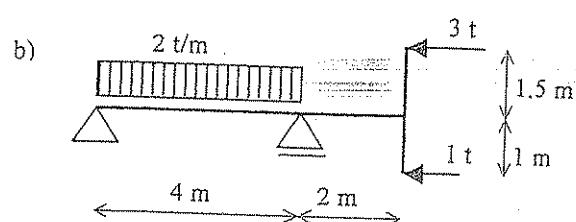
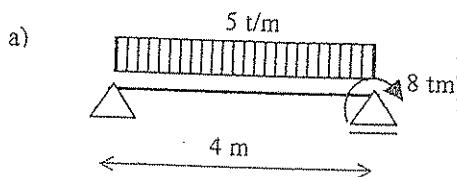


Temas: Verificación de diagramas de esfuerzos internos. Determinación de M_f máximo.

1- a) Aplicar todas las verificaciones de diagramas correspondientes a las estructuras dadas en los casos c), d), f), g), h) e i) del ejercicio 1 del Trabajo Práctico N° 13. Dejar explicitado estas verificaciones.

b) Determinar para cada uno de estos casos los esfuerzos internos máximos (M_{max} , Q_{max} , N_{max}) indicando la sección o las secciones en donde se producen.

2- Determinar diagramas de M , Q y N en las siguientes estructuras. Realizar las verificaciones correspondientes y determinar analíticamente el M_f máximo y la sección en que se produce.



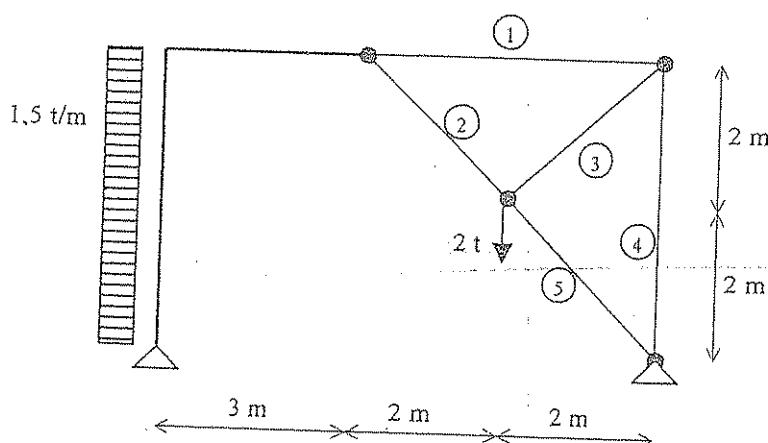
3- En la siguiente estructura mixta:

* Analizar estabilidad

* Calcular reacciones e interacciones. Verificar. Trazar DCL de cada chapa.

* En la chapa reticulada determinar los esfuerzos en las barras aplicando el método de los nudos. Calcular la tensión en la barra más traccionada.

* En la chapa de alma llena trazar diagramas de M , Q y N . Verificar. Determinar el M_f máximo y las tensiones σ_{max} y τ_{max} indicando secciones y puntos donde se producen. Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada ubicando el eje neutro.



Sección alma llena IPN 300

Sección reticulado LPN 40/5

Ejercicio 1

a) y b)

Ejercicio TP13 - 1c)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

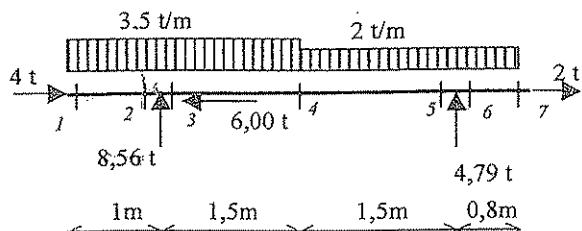


DIAGRAMA DE M (tm)

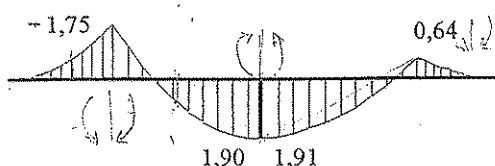


DIAGRAMA DE Q (t)

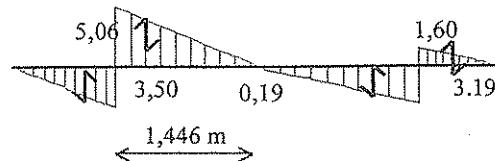
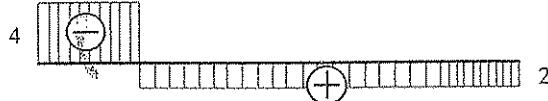


DIAGRAMA DE N (t)



En el tramo entre secciones 1 y 2, $q_1 = \text{cte} = 3,5 \text{ t/m}$ por lo que Q es lineal y M de 2° grado. Lo mismo entre secciones 3 y 4. En este tramo, el máximo M de tramo se da donde el $Q = 0$.

En el tramo entre secciones 4 y 5, $q_2 = \text{cte} = 2 \text{ t/m}$ por lo que Q es lineal y M de 2° grado, ocurriendo lo mismo en el tramo definido por las secciones 6 y 7.

Entre las secciones 3 y 4 debe existir un salto en el diagrama de Q debido a la reacción vertical del apoyo, y por lo tanto el diagrama de M presenta 2 pendientes distintas a ambos lados del apoyo. Idem entre secciones 5 y 6.

La pendiente p_1 del diagrama Q entre secciones 1-2 y 3-4 es la misma ya que no existe variación de la carga q . De igual manera, la pendiente p_2 del diagrama Q entre secciones 4-5 y 6-7 también es la misma por la razón anteriormente explicada. Notar que $p_1 > p_2$, dado que $q_1 > q_2$.

$M_{\max} = 1,91 \text{ tm}$ tracción fibras inferiores en la sección ubicada a 1,446 m a la derecha del apoyo izquierdo.

$Q_{\max} = 5,06 \text{ t}$ en la sección 3.

$N_{\max} = 4 \text{ t}$ de compresión entre las secciones 1 y 2.

Ejercicio TP13 - 1d)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

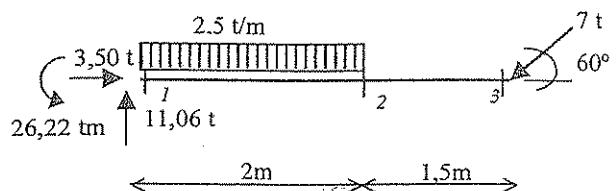


DIAGRAMA DE M (tm)

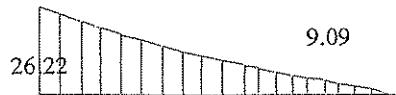


DIAGRAMA DE Q (t)



DIAGRAMA DE N (tm)



En el tramo entre secciones 1 y 2, $q = \text{cte}$, por lo que Q es lineal y M de 2° grado. Entre las secciones 2 y 3 no hay carga repartida por lo que el diagrama de M es lineal y el de Q es constante.

$M_{\max} = 26,22 \text{ tm}$ tracción fibras superiores en la sección 1.

$Q_{\max} = 11,06 \text{ t}$ en la sección 1.

$N_{\max} = 3,5 \text{ t}$ de compresión en todas las secciones de la estructura.

Ejercicio TP13 - 1f)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

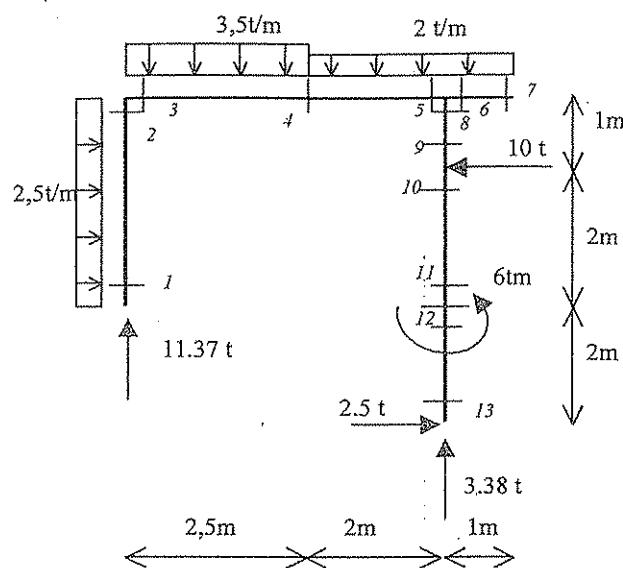


DIAGRAMA DE M (tm)

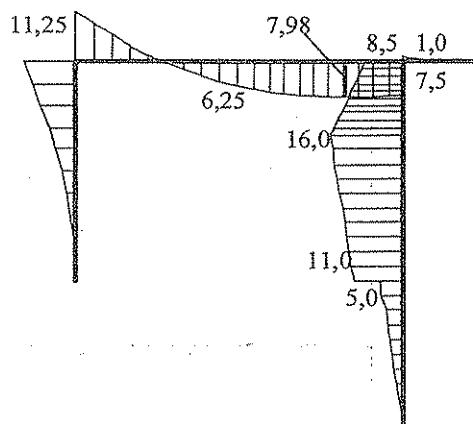
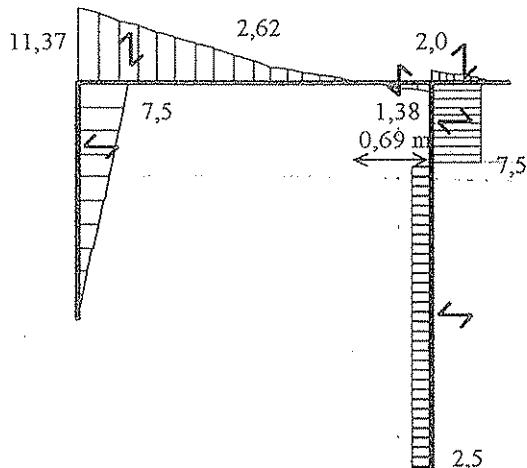


DIAGRAMA DE Q (t)



En los tramos 1-2, 3-4, 4-5 y 6-7, hay carga repartida, por lo que Q es lineal y M de 2º grado, mientras que en los tramos 8-9, 10-11 y 12-13 no hay aplicada carga repartida y el diagrama de M es lineal y el de Q es cte.

La pendiente del diagrama Q entre secciones 4-5 y 6-7 es la misma ya que no existe variación de la carga q .

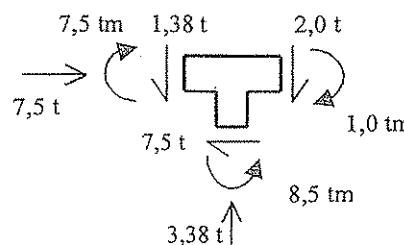
Entre las secciones 11 y 12 debe existir un salto en el diagrama de M debido a la acción de la cupla de 6 tm.

Entre las secciones 9 y 10 debe existir un salto en el diagrama de Q debido a la acción de la fuerza de 10 t.

$M_{\max} = 16$ tm tracción fibras interiores en la sección ubicada sobre el parante derecho y a 4 m del apoyo derecho (donde se encuentra aplicada la carga de 10 t).

$Q_{\max} = 11,37$ t en la sección 3.

$N_{\max} = 11,37$ t de compresión entre las secciones 1 y 2.

Equilibrio de nudos

$$\begin{aligned}\Sigma X &= 0 \\ \Sigma Y &= 0 \\ \Sigma M &= 0\end{aligned}$$

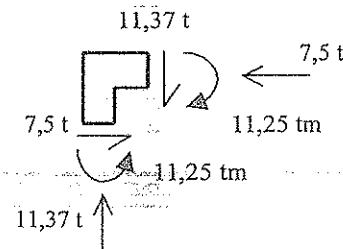
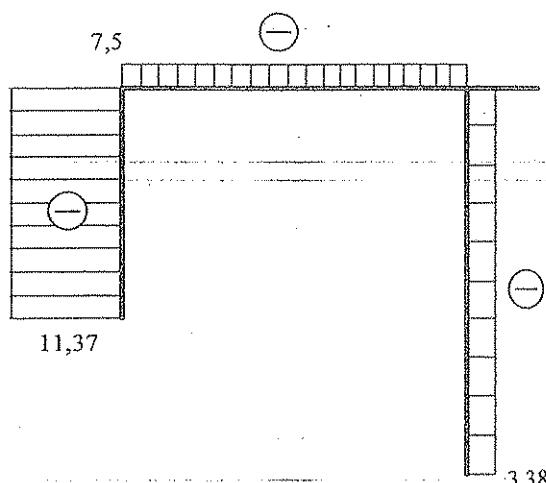
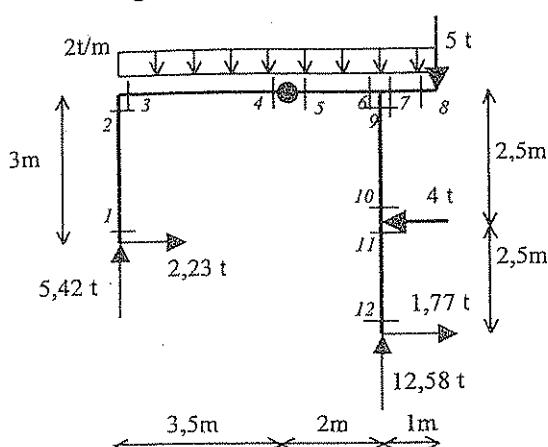


DIAGRAMA DE N (t)



Ejercicio TP13 - 1g-a)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)



En los tramos 3-4, 5-6 y 7-8, hay carga repartida, por lo que Q es lineal y M de 2º grado, mientras que en los tramos 1-2, 9-10 y 11-12 no hay aplicada carga repartida y el diagrama de M es lineal y el de Q es cte.

La pendiente del diagrama Q entre secciones 3-4, 5-6 y 7-8 es la misma ya que no existe variación de la carga q .

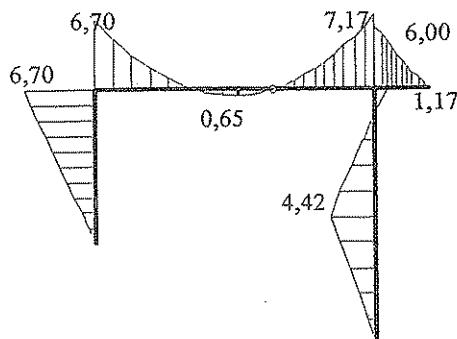
Entre las secciones 10 y 11 debe existir un salto en el diagrama de Q debido a la acción de la fuerza de 4 t.

Notar que el momento en la rótula es cero, como era de esperar.

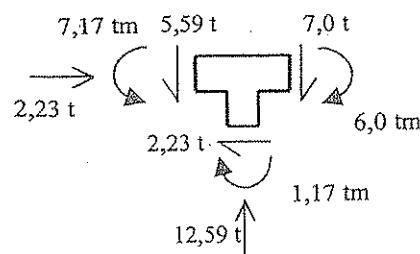
$$M_{\max} = 7,17 \text{ tm tracción fibras superiores en la sección 6.}$$

$$Q_{\max} = 7,0 \text{ t en la sección 6.}$$

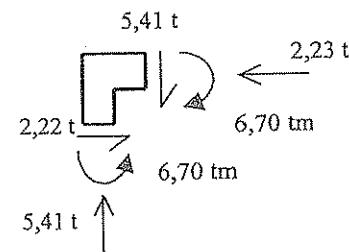
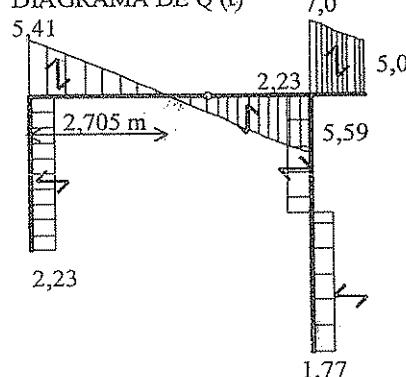
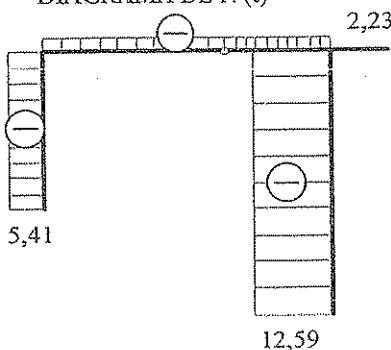
$$N_{\max} = 12,59 \text{ t de compresión entre las secciones 9 y 12.}$$

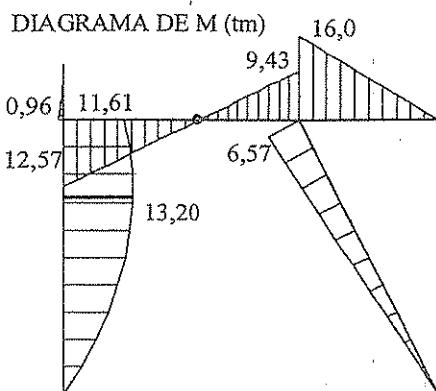
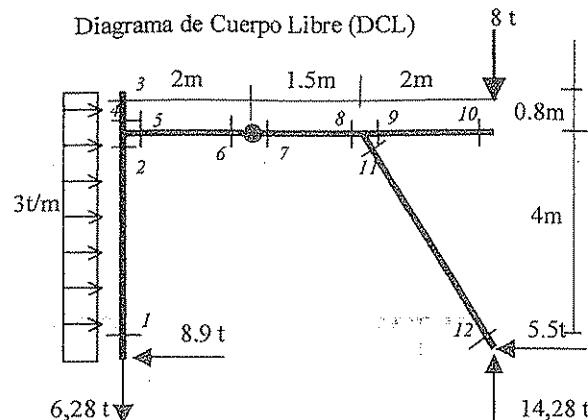
DIAGRAMA DE M (tm)

Equilibrio de nudos



$$\begin{aligned}\Sigma X &= 0 \\ \Sigma Y &= 0 \\ \Sigma M &= 0\end{aligned}$$

DIAGRAMA DE Q (t)DIAGRAMA DE N (t)

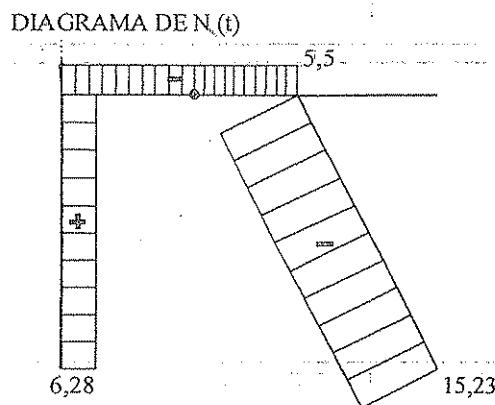
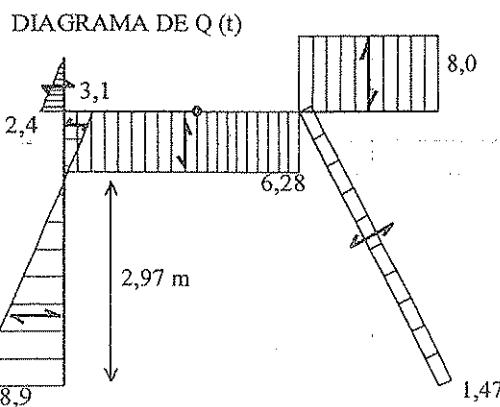
Ejercicio TP 13 - 1g-b)

Para verificación de diagramas MQ y equilibrio de nudos, seguir los lineamientos de los ejercicios anteriores.

$M_{\max} = 16,0 \text{ tm}$ tracción fibras superiores en la sección 9.

$Q_{\max} = 8,9 \text{ t}$ en la sección 1.

$N_{\max} = 15,23 \text{ t}$ de compresión entre las secciones 11



Ejercicio TP13 – 1h-a)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

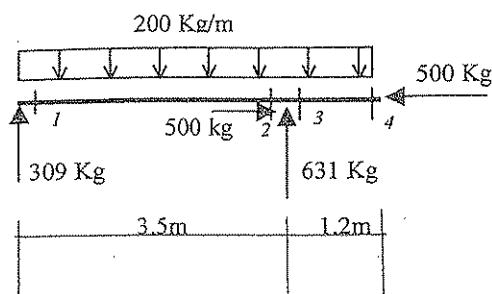
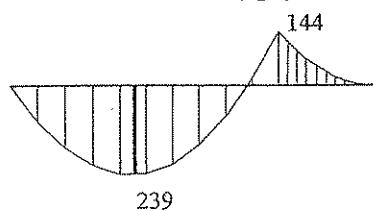


DIAGRAMA DE M (kgm)



Para verificación de diagramas MQ seguir los lineamientos de los ejercicios anteriores.

$M_{\max} = 239 \text{ kgm}$ tracción fibras inferiores en la sección ubicada a 1,545 m del apoyo izquierdo.

$Q_{\max} = 391 \text{ kg t}$ en la sección 2.

$N_{\max} = 500 \text{ kg}$ de compresión entre las secciones 3 y 4.

DIAGRAMA DE Q (kg)

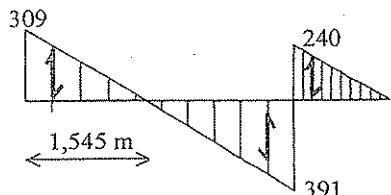
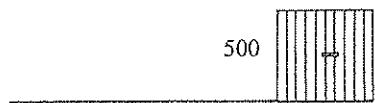


DIAGRAMA DE N (kg)



Ejercicio TP13 – 1h-b)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

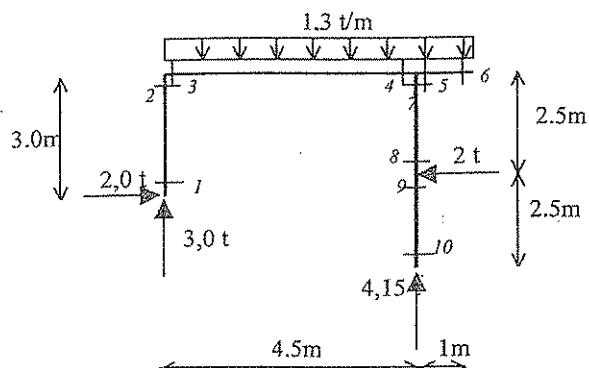
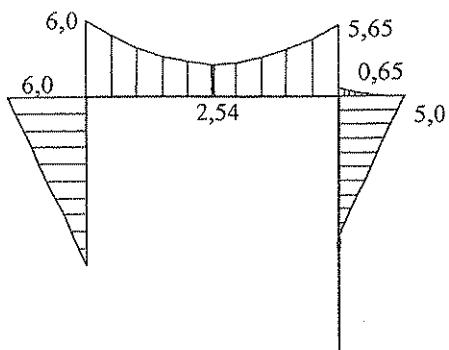


DIAGRAMA DE M (tm)



Para verificación de diagramas MQ y equilibrio de nudos, seguir los lineamientos de los ejercicios anteriores.

$M_{\max} = 6,0$ tm tracción fibras exteriores en las secciones 2 y 3.

$Q_{\max} = 2,85$ t en la sección 4.

$N_{\max} = 4,15$ t de compresión entre las secciones 7 y 10.

DIAGRAMA DE Q (t)

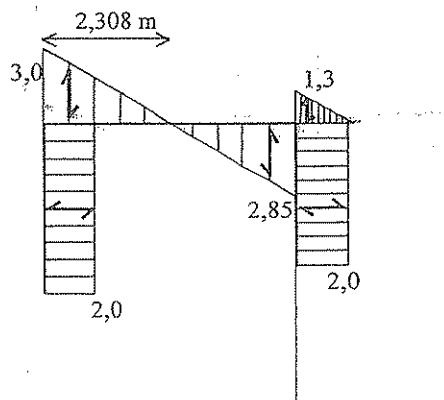
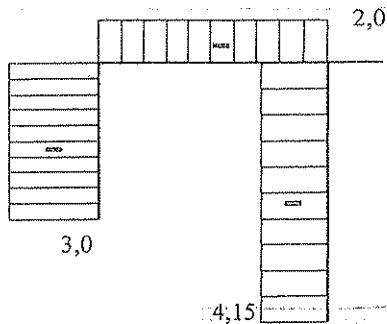


DIAGRAMA DE N (t)



Ejercicio TP13 – li-a)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

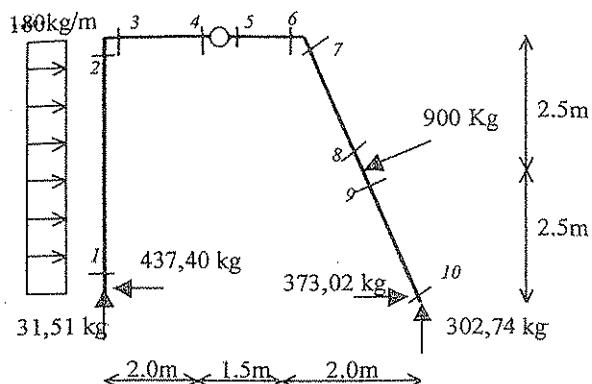
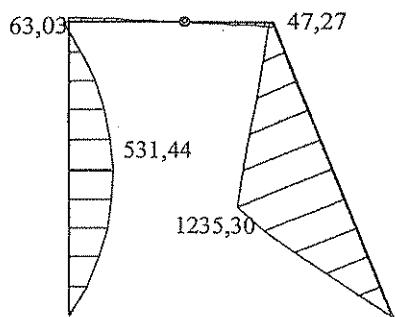


DIAGRAMA DE M (kgm)



Para verificación de diagramas MQ y equilibrio de nudos, seguir los lineamientos de los ejercicios anteriores.

$M_{\max} = 1235,30 \text{ kgm}$ tracción fibras interiores en la sección de aplicación de la carga puntual de 900 kg.
 $Q_{\max} = 458,78 \text{ kg}$ en las secciones ubicadas entre las secciones 9 y 10.

$N_{\max} = 462,60 \text{ kg}$ de compresión entre las secciones 3 y 6.

DIAGRAMA DE Q (kg)

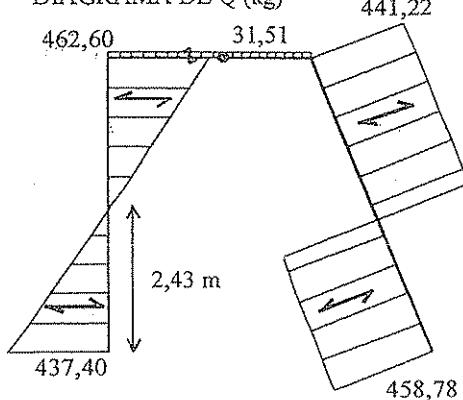
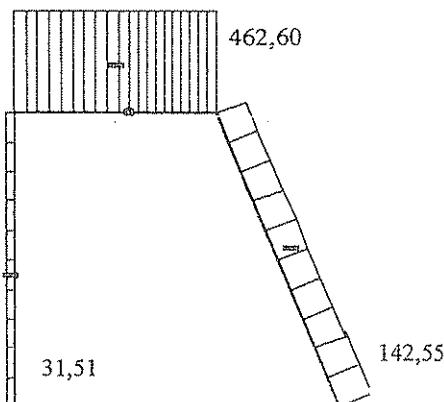


DIAGRAMA DE N (kg)



Ejercicio TP13 – 1i-b)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

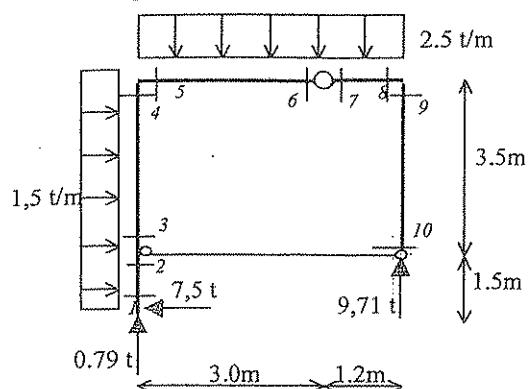
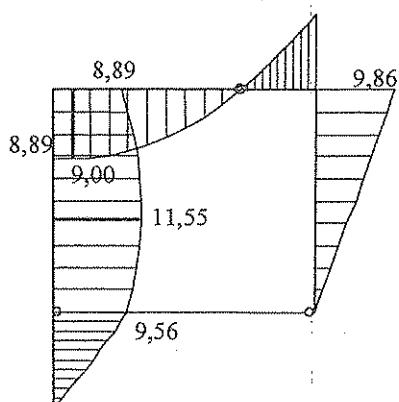


DIAGRAMA DE M (tm)



Para verificación de diagramas MQ y equilibrio de nudos, seguir los lineamientos de los ejercicios anteriores.

$M_{\max} = 11,55 \text{ tm}$ tracción fibras interiores en la sección ubicada sobre el parante izquierdo y a 3,12 m del apoyo izquierdo.

$Q_{\max} = 9,71 \text{ t}$ en la sección 8.

$N_{\max} = 9,71 \text{ t}$ de compresión entre las secciones 9 y 10.

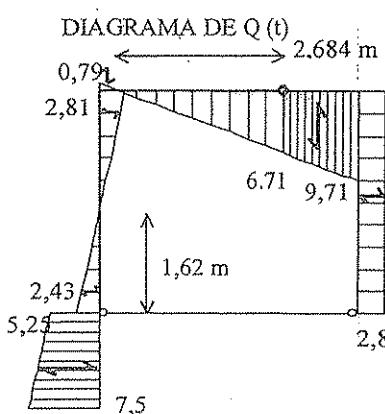
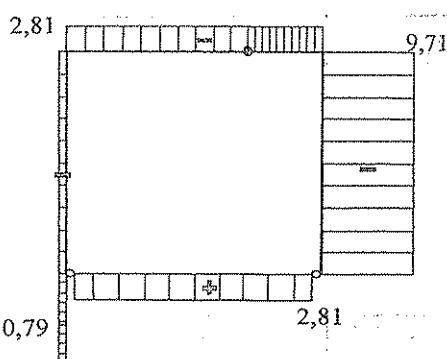


DIAGRAMA DE N (t)



Ejercicio 2

a)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

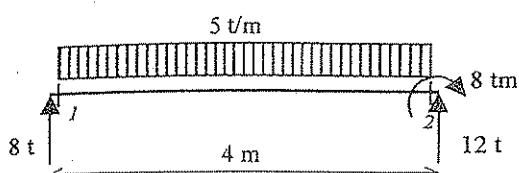


DIAGRAMA DE M (tm)

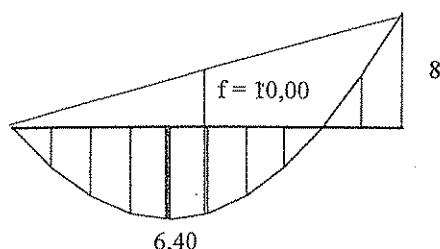
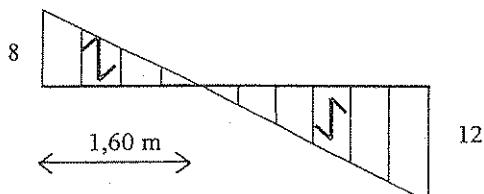


DIAGRAMA DE Q (t)



Entre las secciones 1 y 2, $q = \text{cte}$, por lo que M es de 2º orden y Q es lineal.

A 1,60 m del apoyo izquierdo el corte es nulo ($Q = 0$) y en esta sección se da el máximo momento de tramo que vale $M = 6,40$ tm. Sin embargo, el momento flector máximo de la estructura es de 8 tm,

b)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

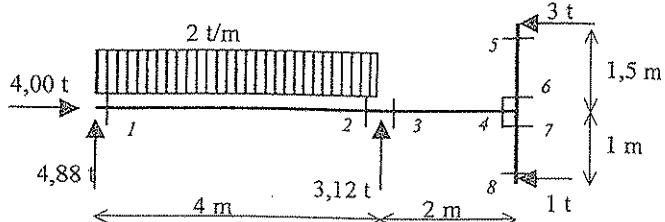


DIAGRAMA DE M (tm)

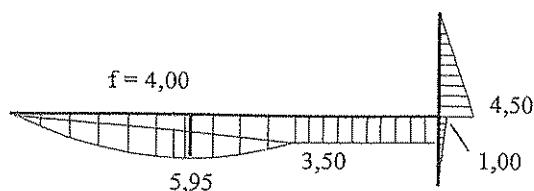


DIAGRAMA DE Q (t)

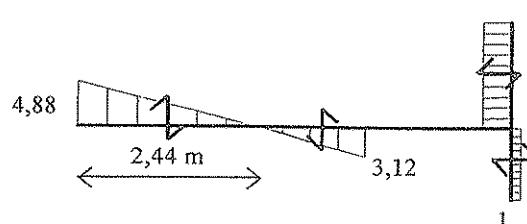
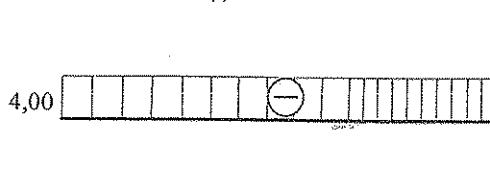


DIAGRAMA DE N (t)

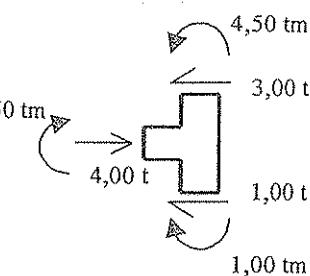


Entre las secciones 1 y 2, $q = \text{cte}$, por lo que M es de 2º orden y Q es lineal. Entre las secciones 3-4, 5-6 y 7-8 no hay carga repartida por lo que M es lineal y Q es cte.

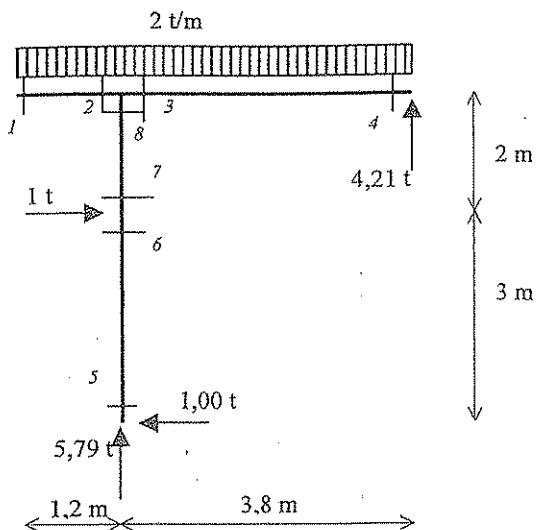
A 2,44 m del apoyo izquierdo el corte es nulo ($Q = 0$) y en esta sección se da el máximo momento de tramo que vale $M = 5,95$ tm, coincidiendo con el momento flector máximo de la estructura.

Equilibrio de nudo

$$\begin{aligned}\Sigma X &= 0 \\ \Sigma Y &= 0 \\ \Sigma M &= 0\end{aligned}$$

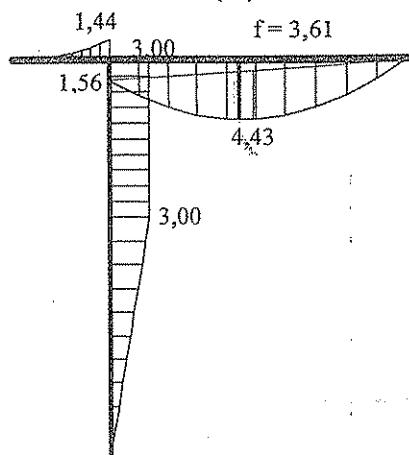


c) Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

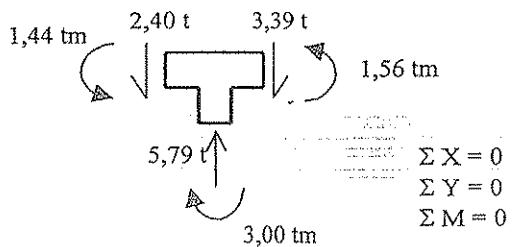
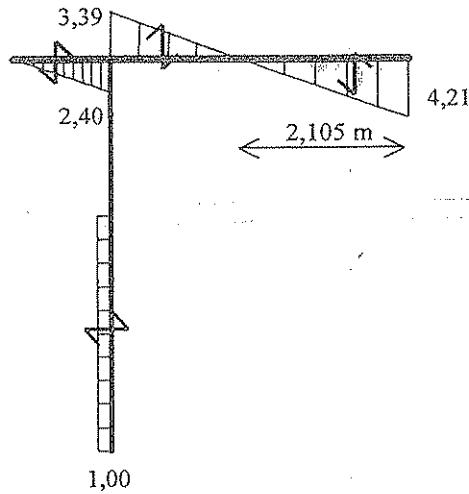
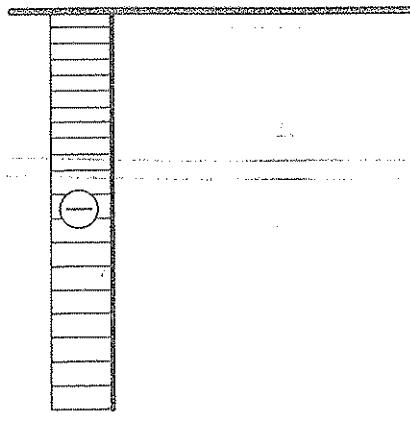


En los tramos definidos por las secciones 1-2 y 3-4, $q = \text{cte}$, por lo que M es de 2º orden y Q es lineal. Como en estos dos tramos la carga repartida tiene el mismo valor, las pendientes del diagrama Q debe ser la misma en ambos. Entre las secciones 5-6 y 7-8 no hay carga repartida por lo que M es lineal y Q es cte.

A 2,105 m del apoyo derecho el corte es nulo ($Q = 0$) y en esta sección se da el máximo momento de tramo que vale $M = 4,43 \text{ tm}$, coincidiendo con el momento flector máximo de la estructura.

DIAGRAMA DE M (tm)

Equilibrio de nudo

DIAGRAMA DE Q (t)DIAGRAMA DE N (t)

d)

Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

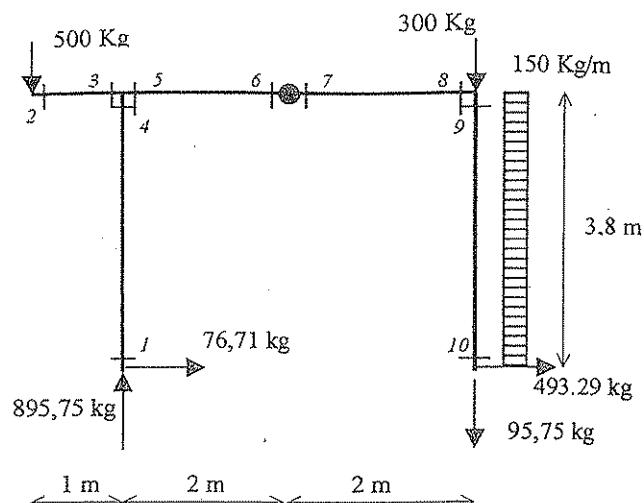


DIAGRAMA DE M (kgm)

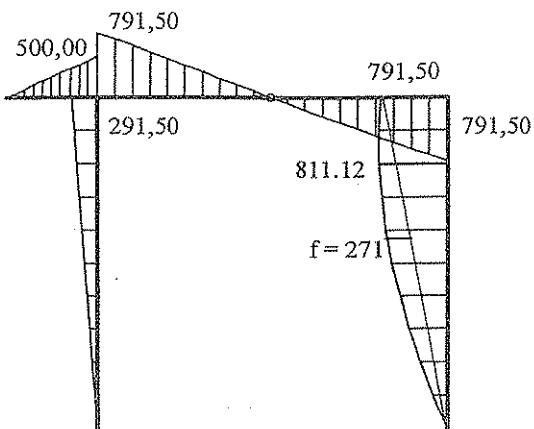
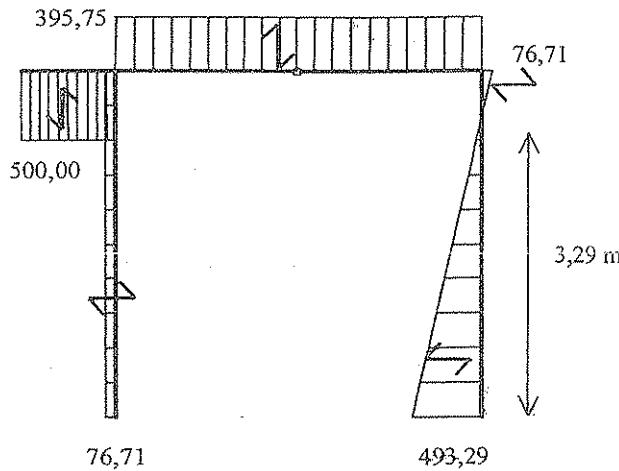


DIAGRAMA DE Q (kg)



En los tramos definidos por las secciones 1-4, 2-3, 5-6 y 7-8, no hay carga repartida, por lo que M es lineal y Q es cte. En el tramo definido por las secciones 9-10, $q = \text{cte}$, por lo que M es de 2º orden y Q es lineal.

A 3,29 m del apoyo derecho y sobre el parante, el corte es nulo ($Q = 0$). Luego, en esta sección se da el máximo momento de tramo que vale $M = 811,12 \text{ kgm}$ y que es, a su vez, el momento flector máximo de la estructura.

Notar que el momento flector en la rótula es nulo, como era de esperar.

Equilibrio de nudos

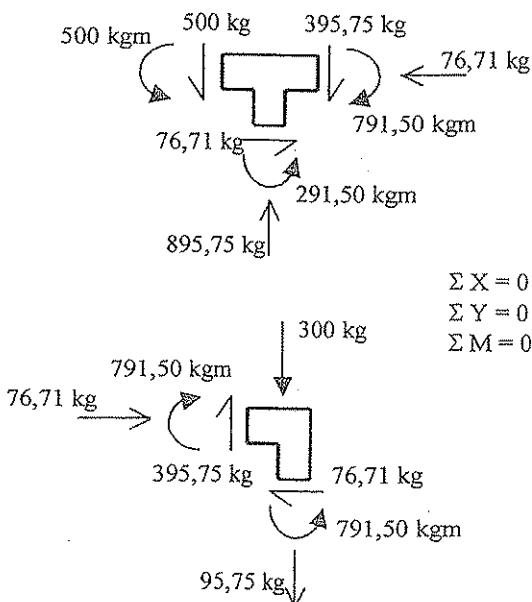
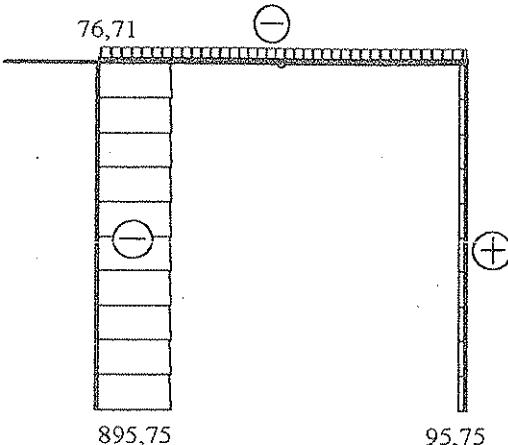


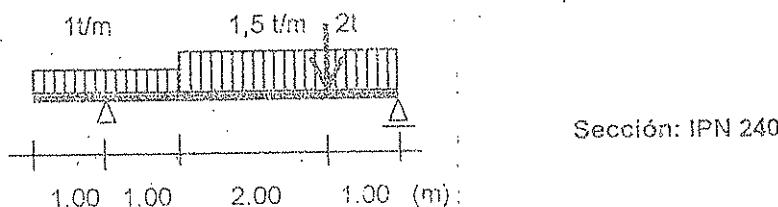
DIAGRAMA DE N (kg)



**TALLER DE FISICA II - CATEDRA ING. PATANE
TRABAJO PRACTICO N° 18**

- 141) En la siguiente estructura:

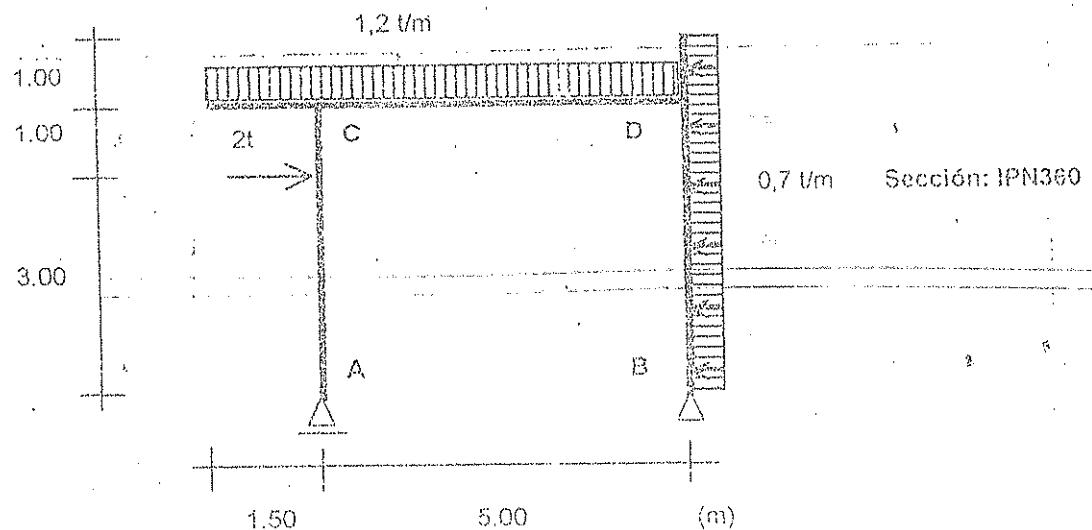
 - a) determinar reacciones
 - b) trazar diagrama de cuerpo libre
 - c) trazar diagramas M, Q
 - d) efectuar todas las verificaciones de diagramas
 - e) determinar M_{max} analíticamente
 - f) determinar tensión normal máxima
 - g) trazar diagrama de σ en la sección más solicitada
 - h) determinar tensión tangencial máxima
 - i) dibujar la forma de la elástica



- 142) En la estructura del ejercicio 141, desarrollar los puntos: f, g, h si la sección fuese rectangular, de madera de pino spruce, de 20cm x 40cm.

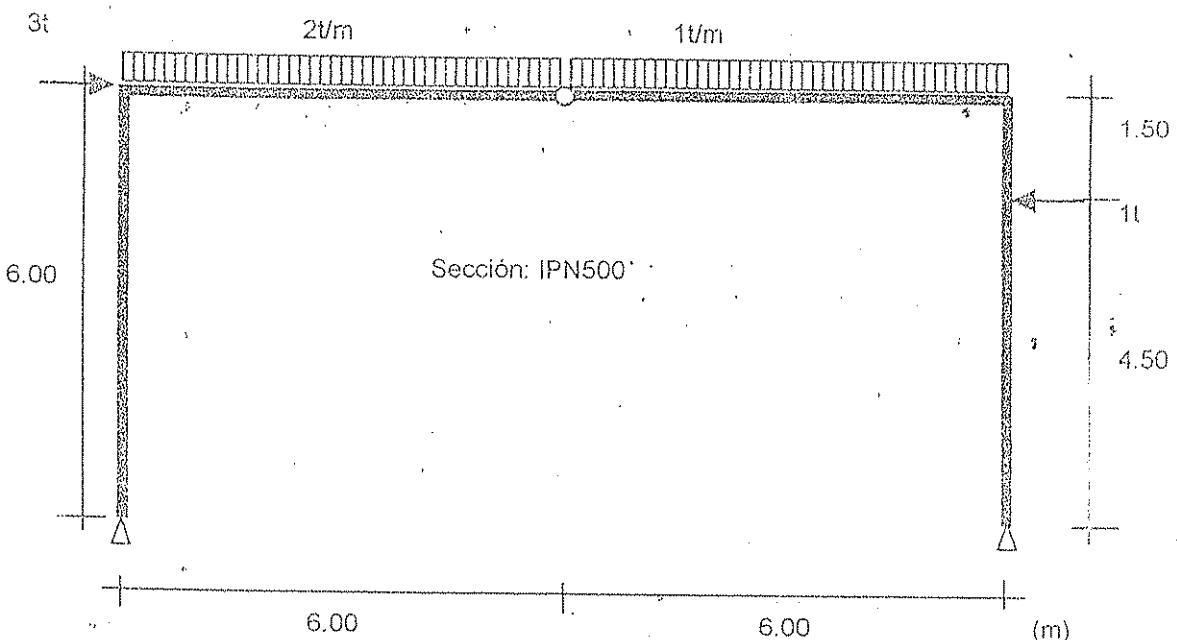
- 143) En la siguiente estructura aporticada:

- a) determinar reacciones
 - b) trazar diagrama de cuerpo libre
 - c) trazar diagramas M, Q, N
 - d) efectuar todas las verificaciones de diagramas
 - e) determinar M_{fmax} analíticamente en barras CD, DB
 - f) determinar tensión normal máxima en cada barra
 - g) trazar diagrama de σ en la sección más solicitada de cada barra
 - h) determinar tensión tangencial máxima en cada barra
 - i) dibujar la forma de la elástica



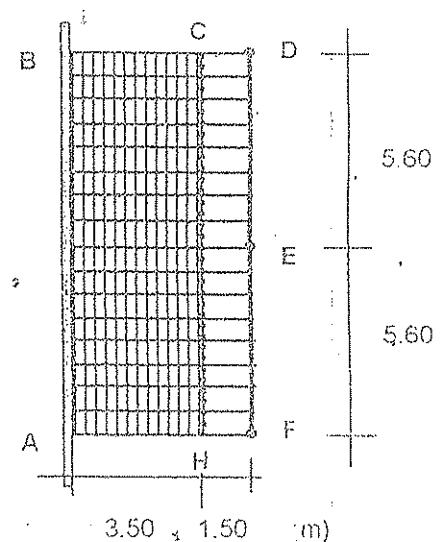
144) En la siguiente estructura (arco de tres articulaciones):

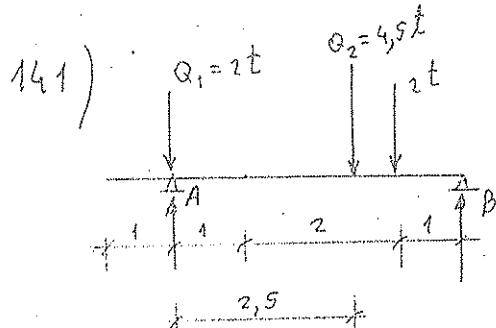
- analizar estabilidad
- determinar reacciones e interacciones
- trazar diagrama de cuerpo libre de cada chapa y de la estructura en su conjunto
- trazar diagramas M , Q , N
- efectuar todas las verificaciones de diagramas
- determinar M_{max} analíticamente en barras donde exista carga repartida
- determinar tensión normal máxima en cada barra
- trazar diagrama de σ en la sección más solicitada de cada barra
- determinar tensión tangencial máxima en cada barra
- dibujar la forma de la elástica



145) Se quiere construir un entrepiso ABCH (ver croquis) utilizando un entablonado de madera apoyado sobre tirantes de 5m de longitud, separados 0,70m, que a su vez descansan sobre la pared AB y la viga de dos tramos DEF (ver posición columnas D, E, F). Sobre CH se dispone una baranda. El estado de cargas de peso propio corresponde a estos datos: peso propio entablonado: $40\text{kg}/\text{m}^2$; tirantes $20\text{kg}/\text{m}$; baranda CH, $30\text{kg}/\text{m}$. Un estado de carga correspondiente a la sobrecarga accidental se define: carga uniformemente repartida q , sobre el entablonado ABCH, $200\text{ kg}/\text{m}^2$. Se solicita:

- determinar acciones y reacciones sobre un tirante genérico cualquiera de la zona central, y trazar su DCL, para el estado de cargas de peso propio
- trazar diagramas M , Q de dicho tirante
- determinar M_{max} en el tirante
- recalcular los ítems a,b y c para el estado de cargas correspondiente a la sobrecarga accidental
- recalcular los ítems a,b y c para el estado de cargas correspondiente a la sobrecarga accidental sumado al estado de cargas de peso propio





$$\sum M_B: 4.5t \cdot 2.5m + 2t \cdot 3m - R_B \cdot 6m = 0$$

$$R_B = 4.3125 t$$

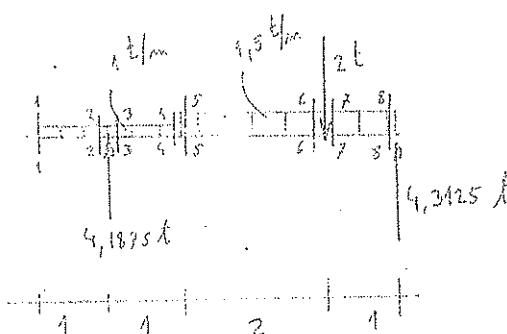
$$\sum F_y: R_A + R_B - 2t - 4.5t - 2t = 0$$

$$R_A = 4.1875 t$$

Verificación:

$$\sum M_B: 4.1875t \cdot 4m - 2t \cdot 4m - 4.5t \cdot 1.5m - 2t \cdot 1m = 0$$

b) DCL y secciones:



c) $M_{11} = 0$

$$M_{22} = 1 \frac{t}{m} \cdot 1m \cdot 0.5m = 0.5tm \quad |||$$

$$M_{33} = 0.5 tm \quad |||$$

$$M_{44} = \left(1 \frac{t}{m} \cdot 2m \right) \cdot 1m + 4.1875t \cdot 1m = 2.19 tm \quad |||$$

$$M_{55} = 2.19 tm \quad |||$$

$$M_{66} = (1.5t/m \cdot 1m) 0.5m + 4.3125t \cdot 1m = 3.57 tm \quad |||$$

$$M_{77} = 3.57 tm \quad |||$$

$$M_{88} = 0$$

$$Q_{11} = 0$$

$$Q_{22} = 1 \frac{t}{m} \cdot 1m = 1t \quad |||$$

$$Q_{33} = 4.19t - 1t = 3.19t \quad |||$$

$$Q_{44} = 4.19t - 2t = 2.19t \quad |||$$

$$Q_{55} = 2.19t \quad |||$$

$$Q_{66} = 2t + 1.5t - 4.3125t = 0.81t \quad |||$$

$$Q_{77} = 2t - 4.3125t = 2.31t \quad |||$$

$$Q_{88} = 4.31t \quad |||$$

Para el diagrama de M consideremos 4 flechas

$$f_1 = \frac{q l^2}{8} = \frac{1 t/m \cdot (1 m)^2}{8} = 0,125 t/m$$

$$f_2 = f_1 = 0,125 t/m$$

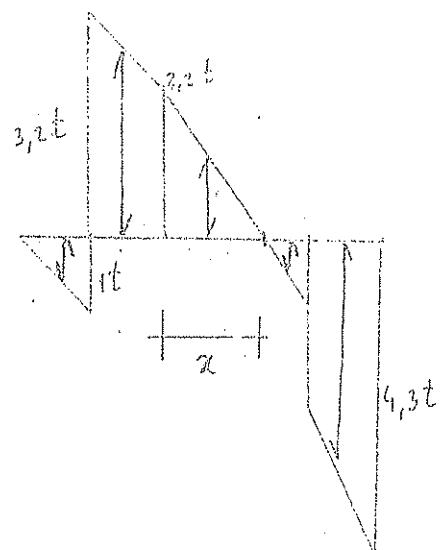
$$f_3 = \frac{q l^2}{8} = \frac{1,5 t/m \cdot (2 m)^2}{8} = 0,75 t/m$$

$$f_4 = \frac{q l^2}{8} = \frac{1,5 t/m \cdot (1 m)^2}{8} = 0,49 t/m$$

Escala: $1 t \cdot m = 1 \text{ cm}$

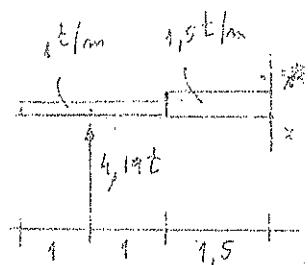
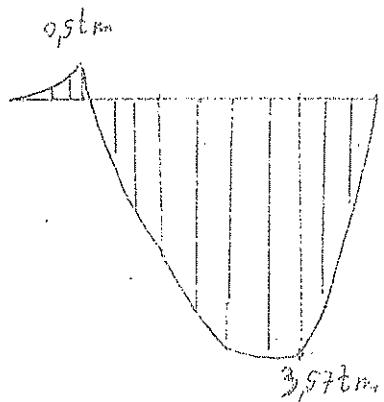
Diagrama de Q

Escala $1 t = 1 \text{ cm}$



$$2,2t - q_2 \cdot x = 0$$

$$x = \frac{2,2t}{1,5 t/m} = 1,5 m \quad \text{de la sección } 5/5$$



$$M_{xx} : 4,19 t \cdot 2,5 m - 2t \cdot 2,5 m =$$

$$- \left(1,5 \frac{t}{m} \cdot 1,5 m \right) 0,75 m$$

$$= 3,79 t/m$$

$$\boxed{M_{x \max} = 3,79 t/m}$$

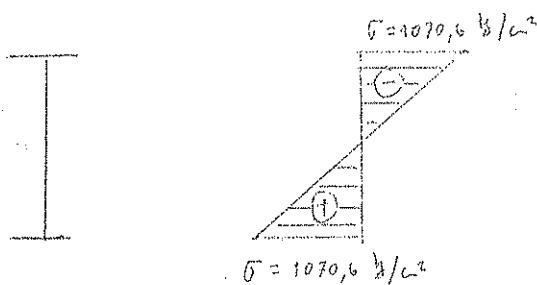
18-2

f) Sección: IPN 240

$$\begin{cases} I = 4250 \text{ cm}^4 \\ W = 354 \text{ cm}^3 \\ A = 46,1 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M f_{max}}{W} = \frac{379000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{354 \text{ cm}^3}$$

$$\boxed{\sigma_{max} = 1070,6 \text{ kg/cm}^2}$$

g) Diagramas de σ 

h)

$$S^{sup} = 206 \text{ cm}^3$$

$$b = 10,6 \text{ cm}$$

$$Q_{max} = 4,31 \text{ t}$$

$$\gamma = \frac{Q \cdot S^{sup}}{I \cdot b}$$

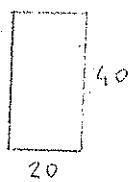
$$\gamma = \frac{4310 \text{ kg} \cdot 206 \text{ cm}^3}{4250 \cdot \text{cm}^4 \cdot 10,6 \text{ cm}}$$

$$\boxed{\gamma_{min} = 19,7 \text{ kg/cm}^2}$$

i) elástica.



142)



$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{20 \times 40^3}{12} = 106667 \text{ cm}^4$$

$$W = \frac{b h^2}{6} = \frac{20 \times 40^2}{6} = 5333 \text{ cm}^3$$

$$A = b h = 20 \times 40 = 800 \text{ cm}^2$$

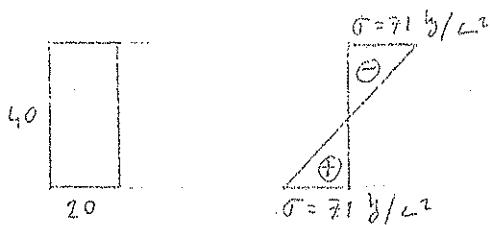
$$b = 20 \text{ cm}$$

$$S^{sup} = 20 \times 20 \times 10 = 4000 \text{ cm}^3$$

f) $\sigma_{max} = \frac{M}{W}$

$$\sigma_{max} = \frac{379000 \text{ kg cm}}{5333 \text{ cm}^3} = 71 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

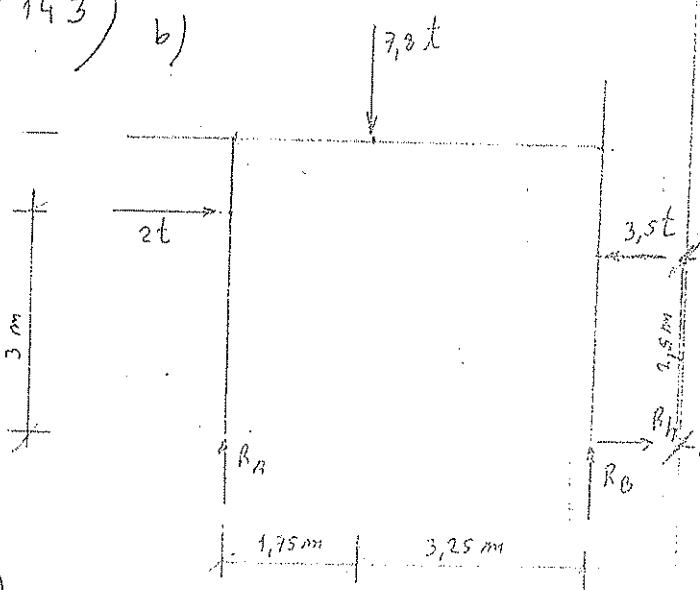
g) Diagram: σ



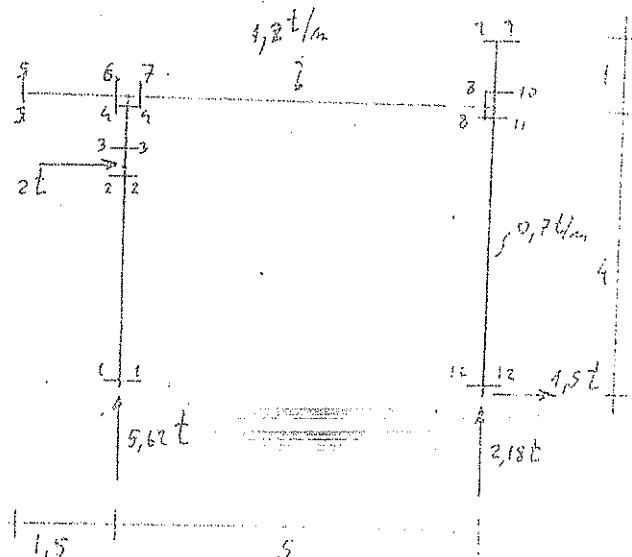
h) $\alpha_{max} = \frac{\sigma_{max} \cdot S^{sup}}{I \cdot b}$

$$\gamma_{max} = \frac{4340 \text{ kg} \cdot 4000 \text{ cm}^3}{106667 \text{ cm}^4 \cdot 20 \text{ cm}} = 8,08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

143) b)



c)



13-3

$$\sum M_A: 2t \cdot 3m + 7,8t \cdot 1,25m -$$

$$- 3,5t \cdot 2,5m - R_B \cdot 5m = 0$$

$$R_B = 2,18 t$$

$$\sum F_y: R_A + R_B - 7,8t = 0$$

$$R_A = 5,62 t$$

$$\sum F_x: 2t - 3,5t + R_B = 0$$

$$R_B = 1,5 t$$

Verificación

$$\sum M_B: 5,62t \cdot 5m + 2t \cdot 3m -$$

$$- 7,8t \cdot 3,25m - 3,5t \cdot 2,5m$$

$$= 0 \quad \checkmark$$

	$M(tm)$	$Q(t)$	$N(t)$
1/1	0	0	
2/2	0	0	
3/3	0	2 \leftarrow	
4/4	2 \leftarrow	2 \leftarrow	
5/5	0	0	
6/6	1,35 $\downarrow\downarrow$	1,8 \rightarrow	
7/7	3,35 $\downarrow\downarrow$	3,82 \downarrow	
8/8	0,75 $\uparrow\uparrow$		
9/9	0		
10/10	0,35 $\leftarrow\leftarrow$		
11/11	0,4 $\leftarrow\leftarrow$		
12/12	0		

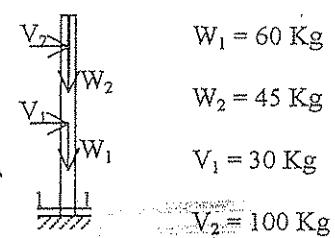
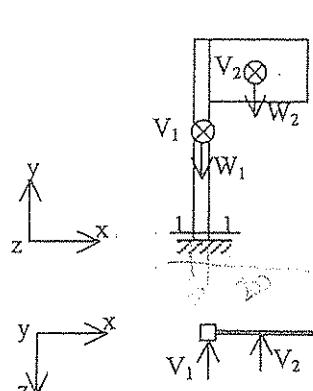
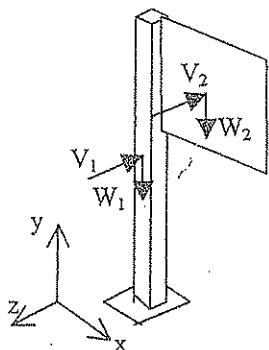


Tema: Sistemas espaciales de fuerzas. Flexión oblicua

Seguridad estructural. Método por factores de carga y de resistencia (LRFD). Vigas de acero.

1- Dado el siguiente cartel indicador según croquis y vistas:

a- Determinar las reacciones en el empotramiento y trazar DCL

b- Aislar una rodajita en correspondencia con la sección 1-1 representando en croquis separados los esfuerzos internos N , Q , M_f y T .

$$W_1 = 60 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 45 \text{ Kg}$$

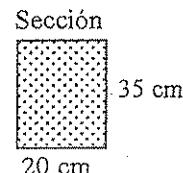
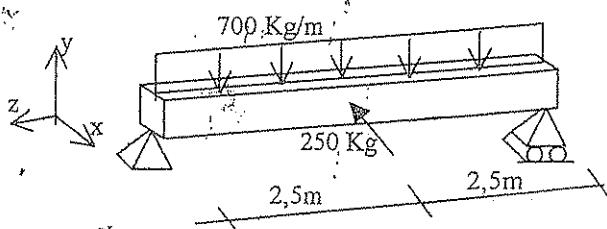
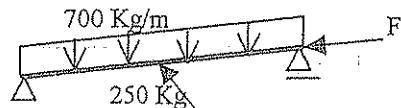
$$V_1 = 30 \text{ Kg}$$

$$V_2 = 100 \text{ Kg}$$

2- Dada la siguiente viga de madera de mora colorada solicitada con un estado de cargas en el espacio:

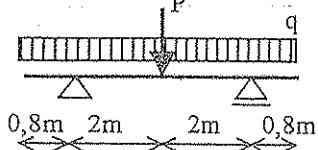
a- Determinar reacciones y trazar DCL

b- Trazar diagramas de esfuerzos internos.

c- Verificar σ_{\max} . Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada y ubicar el eje neutro3- Resolver el ejercicio 2 si se le agrega una fuerza $F = 2800 \text{ Kg}$ en la dirección del eje de la viga aplicada en el extremo derecho.4- Repetir el ejercicio 6 del TP 17 si la viga se construye en acero de sección IPN 180. Considerar como acciones sobre ella: el peso propio de la viga (de tabla), el 15% de la carga total (180 Kg/m^2) como la incidencia de cargas de peso propio y el resto como la incidencia de sobrecargas accidentales. Aplicar el método LRFD considerando las normas CIRSOC próximas a entrar en vigencia. Siendo $\Phi = 0,9$ (para flexión y corte), $F_y = 2350 \text{ Kg/cm}^2$ y $Z = 2 S_x$.

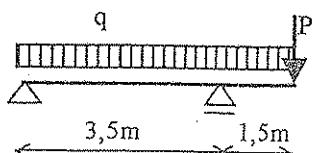
5- Verificar las siguientes vigas de acero considerando la seguridad a la flexión, corte y deformación. Resolver por el método de la tensión admisible y por el método por factores de carga y de resistencia.

a)



Sección IPN 200 $F_y = 2350 \text{ Kg/cm}^2$ $E = 2.000.000 \text{ Kg/cm}^2$
 $q = 200 \text{ Kg/m}$ (carga debida a peso propio)
 $P = 1800 \text{ Kg}$ (sobrecarga accidental)
 $f_{adm} = L / 300$ $\sigma_{adm} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$ $\tau_{adm} = 800 \text{ Kg/cm}^2$

b)



Sección IPN 280 $F_y = 2350 \text{ Kg/cm}^2$ $E = 2.000.000 \text{ Kg/cm}^2$
 $q = 100 \text{ Kg/m}$ (carga debida a peso propio)
 $P = 2800 \text{ Kg}$ (sobrecarga accidental)
 $f_{adm} = L / 250$ $\sigma_{adm} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$ $\tau_{adm} = 800 \text{ Kg/cm}^2$

Considerar que la carga accidental puede estar o no.



Tema: Revisión

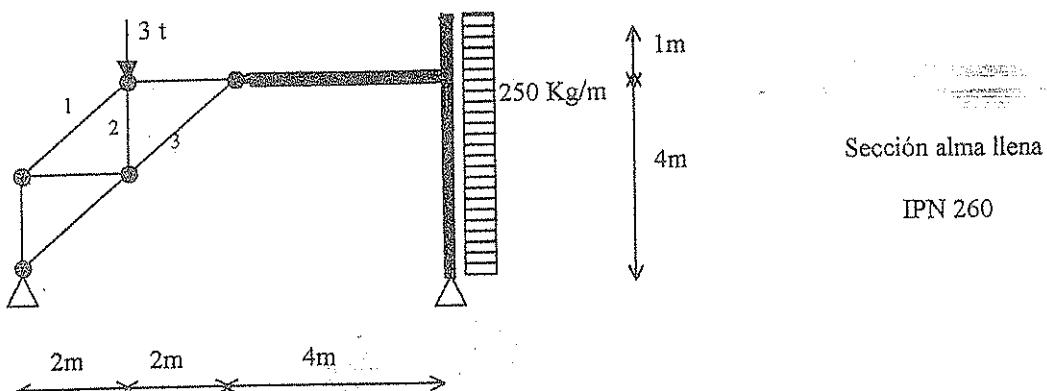
1- En las siguientes estructuras:

a- Analizar estabilidad

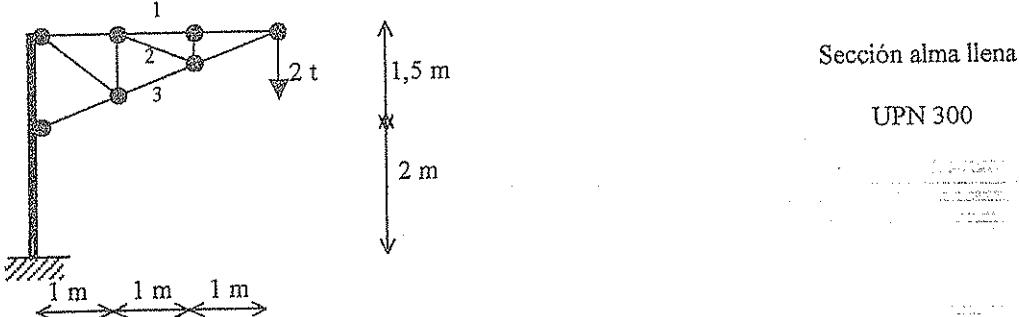
b- Determinar reacciones e interacciones. Verificar. Trazar DCL

c- En las chapas de alma llena: Trazar diagramas de M, Q y N. Verificar. Dibujar la elástica a mano alzada. Determinar σ_{max} , τ_{max} y las secciones donde se producen. Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada. Ubicar eje neutro.d- En las chapas reticuladas: Determinar el esfuerzo en todas las barras aplicando método de los nudos y verificar las barras 1, 2 y 3 por el método de las secciones. Dimensionar las barras con LPN de alas iguales en condiciones de seguridad (considerar que las cargas actuantes se deben únicamente a la incidencia de peso propio) $F_y = 2350 \text{ Kg/cm}^2$ $E = 2100000 \text{ Kg/cm}^2$.

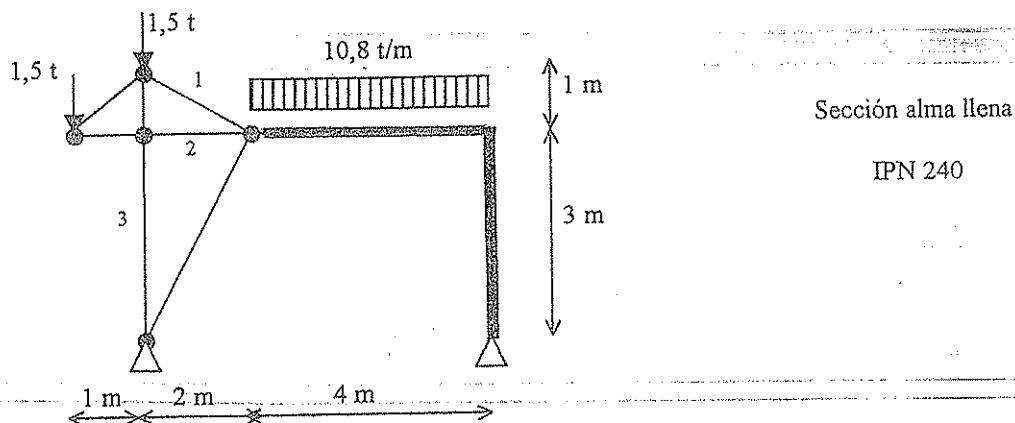
I)



II)



III)



2- 1- En la siguiente estructura:

a- Analizar estabilidad

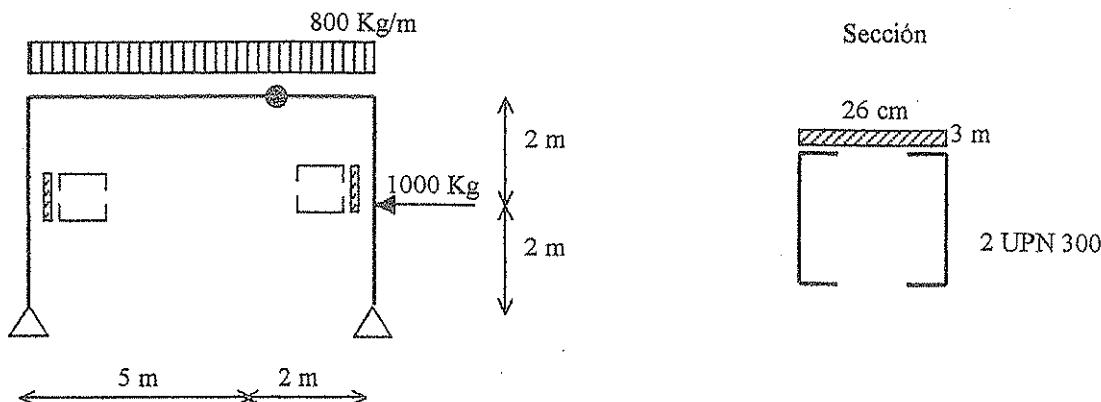
b- Determinar reacciones e interacciones. Verificar. Trazar DCL

c- Trazar diagramas de M, Q y N. Verificar. Dibujar la elástica a mano alzada.

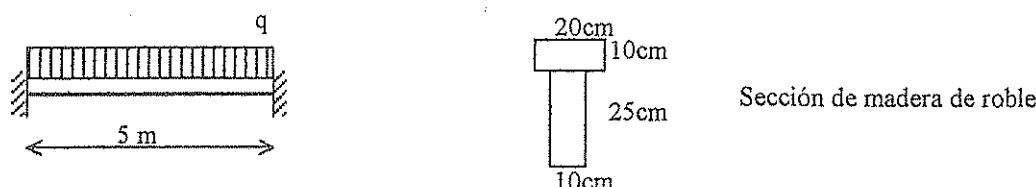
d- Determinar σ_{max} , τ_{max} y las secciones donde se producen.e- Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada. Ubicar eje neutro.

f- Verificar condiciones de seguridad aplicando el método de las tensiones admisibles.

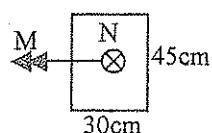
$$\sigma_{adm} = 1400 \text{ Kg/cm}^2, \tau_{adm} = 800 \text{ Kg/cm}^2$$



- 3-a-Determinar la carga q máxima que puede admitir la viga sin sobrepasar σ_{adm} , τ_{adm} y $f_{adm} = L/300$
 b- Para dicha carga determinar σ_{max} y τ_{max} . Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada.

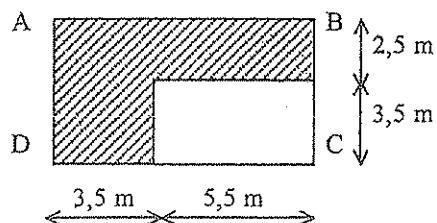


- 4- Un pilar de mampostería de 30cm x 45cm de sección, soporta un $M = 18000 \text{ Kg cm}$ y $N = 1500 \text{ Kg}$ según croquis. Indicar el estado de cargas actuante mediante un solo vector excéntrico. Trazar diagrama de tensiones normales.

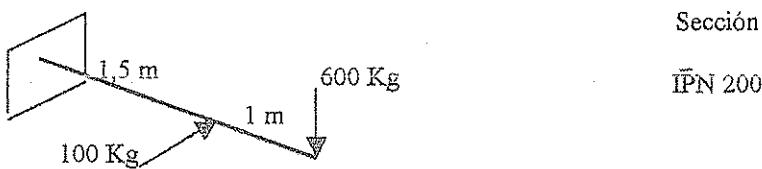


- 5- Resolver el ejercicio 4 considerando ahora que el esfuerzo normal $N = 3000 \text{ Kg}$

- 6- Proyectar un entrepiso de madera para cubrir el área sombreada del croquis. Se utilizará madera de pino. Puede usarse como apoyo la pared perimetral ABCDA, pero no deben disponerse columnas. La carga total a considerar es 200 Kg/m^2 . No se superarán tensiones admisibles ni $f_{adm} = L/300$. En caso de usar vigas trazar DCL de las mismas, diagramas de M y Q y determinar M_{fmax} .

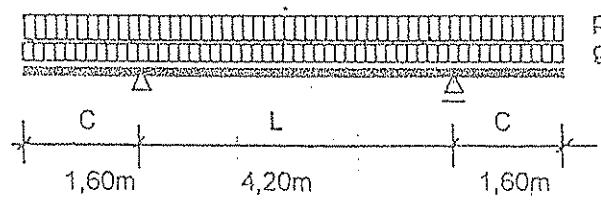


- 7- Determinar la tensión σ_{max} . Trazar diagrama de σ en la sección más solicitada. Determinar la posición del eje neutro.



TALLER DE FISICA II - CATEDRA ING. PATANE
TRABAJO PRACTICO N° 22

155) Se quiere construir una viga como la indicada:



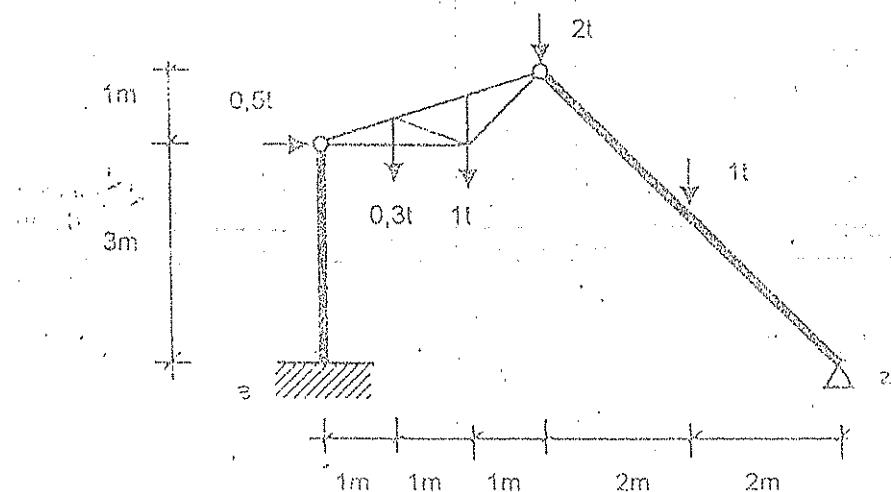
$$g = 400 \text{ kg/m} (\text{peso propio})$$

$$p = 2000 \text{ kg/m} (\text{sobr. accid.})$$

flecha admisible:
tramo: $f_{adm} = L/250$
volad.: $f_{1adm} = C/300$

- a) Dimensionar con madera de cedro, $h=2b$
 - Trazar diagramas M, Q para las peores combinaciones de cargas.
 - Verificar tensiones de corte.
 - Trazar diagrama de tensiones normales en la sección más solicitada.
 - Verificar deformación.
 - Trazar elástica
- b) Dimensionar con IPN (suponer arriostramiento en toda la longitud)
 - Trazar diagramas M, Q para las peores combinaciones de cargas.
 - Verificar deformación (en servicio, con g y p, sin coeficientes de mayoración)

156) En la siguiente estructura:



- a) croquizar las chapas componentes y analizar estabilidad
- b) trazar el diagrama de cuerpo libre de cada chapa; indicando valores de reacciones e interacciones
- c) trazar diagramas MQN en chapas de alma llena
- d) determinar esfuerzos en barras de reticulado

157) Dimensionar con UPN los barras de un vehiculo, cuyos esfuerzos y longitudes se indican a continuación

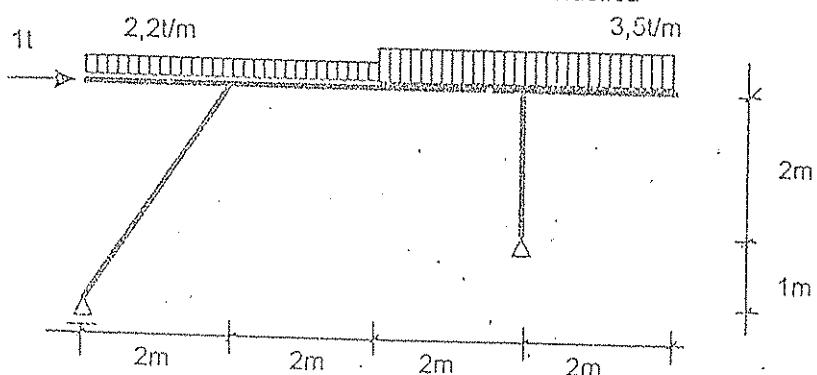
S_d esfuerzo debido peso propio

S_u esfuerzo producido por sobrecarga de ocupación y equipo

S_w esfuerzo producido por acción del viento

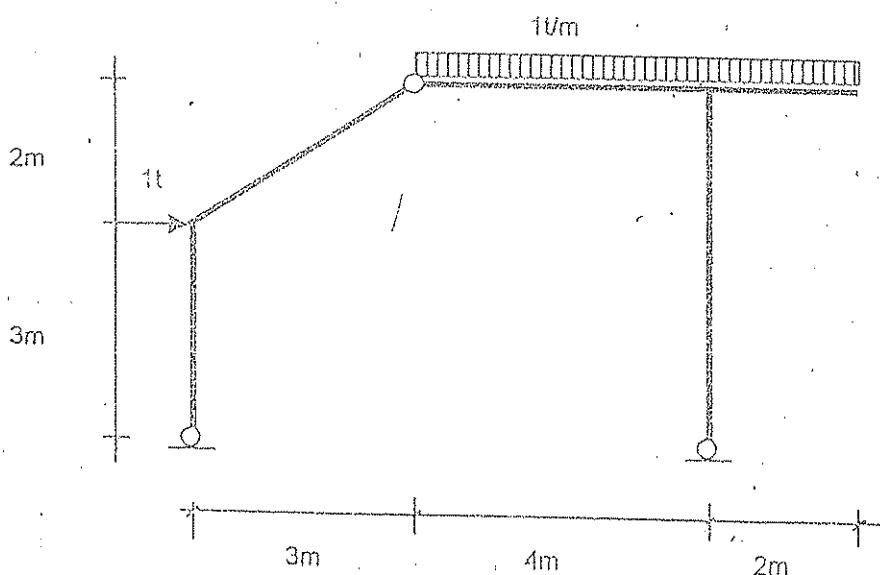
Barra	$S_0(t)$	$S_L(t)$	$S_w(t)$	Long. (m)
AB	-5	+8	+/- 4	2,00
CD	-8	-14	+/- 3	3,00
EF	+17	-6	+/- 5	3,00
FG	-10	-17	+/- 7	3,60

158) Trazar diagramas de cuerpo libre, M, Q, N. Verificar .Trazar elástica



159) En la siguiente estructura:

- anализировать стабильность
- trazar diagrama de cuerpo libre de cada placa, indicando valores de reacciones e interacciones
- trazar diagramas MQN; efectuar todas las verificaciones.
- suponiendo que la sección corresponde a IPN 300, ubicado de modo que el alma coincida con el plano del dibujo, determinar la máxima tensión normal en la sección más solicitada de cada placa y trazar el diagrama de σ en la misma.
- determinar la máxima tensión tangencial en la sección más solicitada al corte, en cada placa
- trazar la elástica

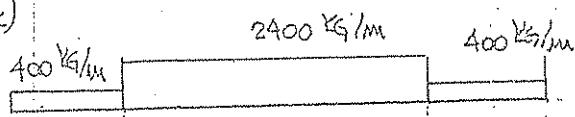


TALLER DE FÍSICA II

TRABAJO PRACTICO N° 22

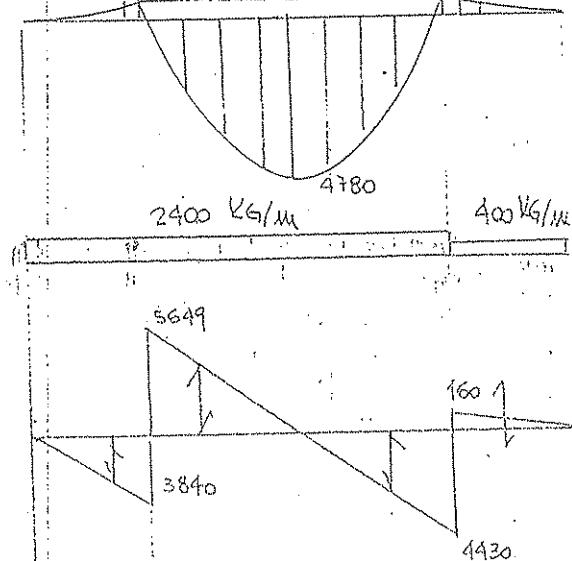
155

a)

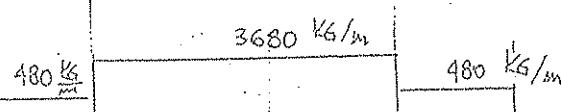


$$b = 21 \text{ cm} \quad h = 42 \text{ cm}$$

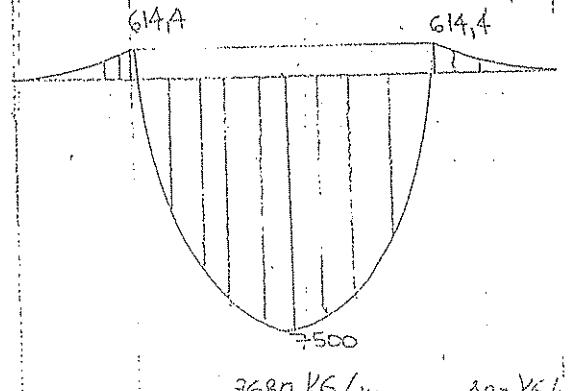
$$\sigma = 9,60 \text{ kg/cm}^2$$



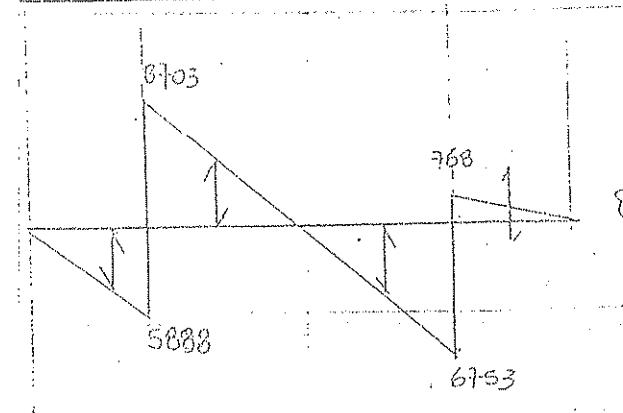
b)



$$S_x \approx 177 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{Nº I 240}$$

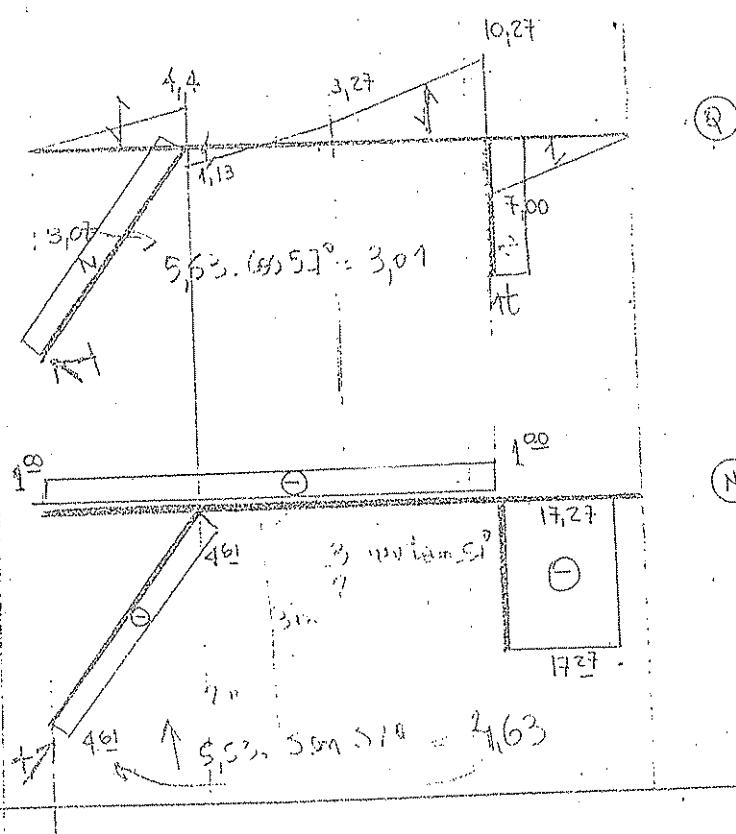
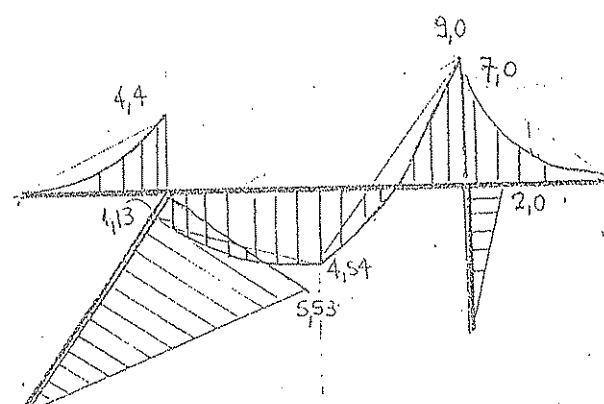
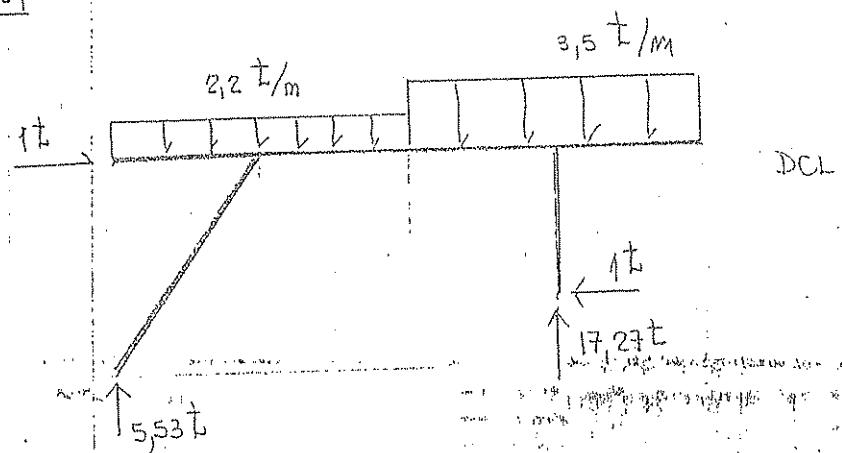


$$Q_{\max} = 8703 \text{ kg} < 21753 \text{ kg}$$



TRABAJO PRÁCTICO N° 22 TALLER FÍSICA II

158

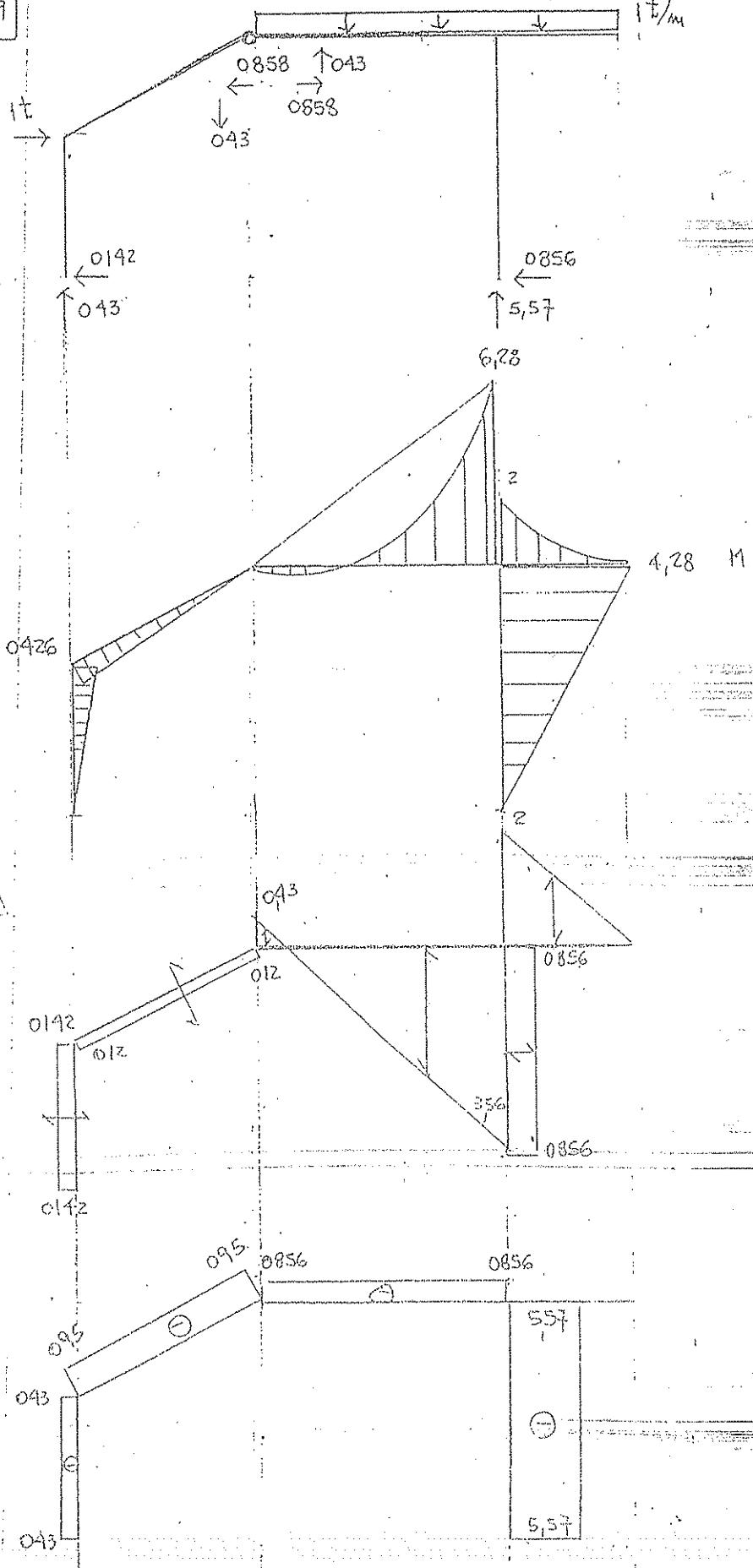


TALLER DE FÍSICA II

TRABAJO PRÁCTICO N° 22

159

1t/m

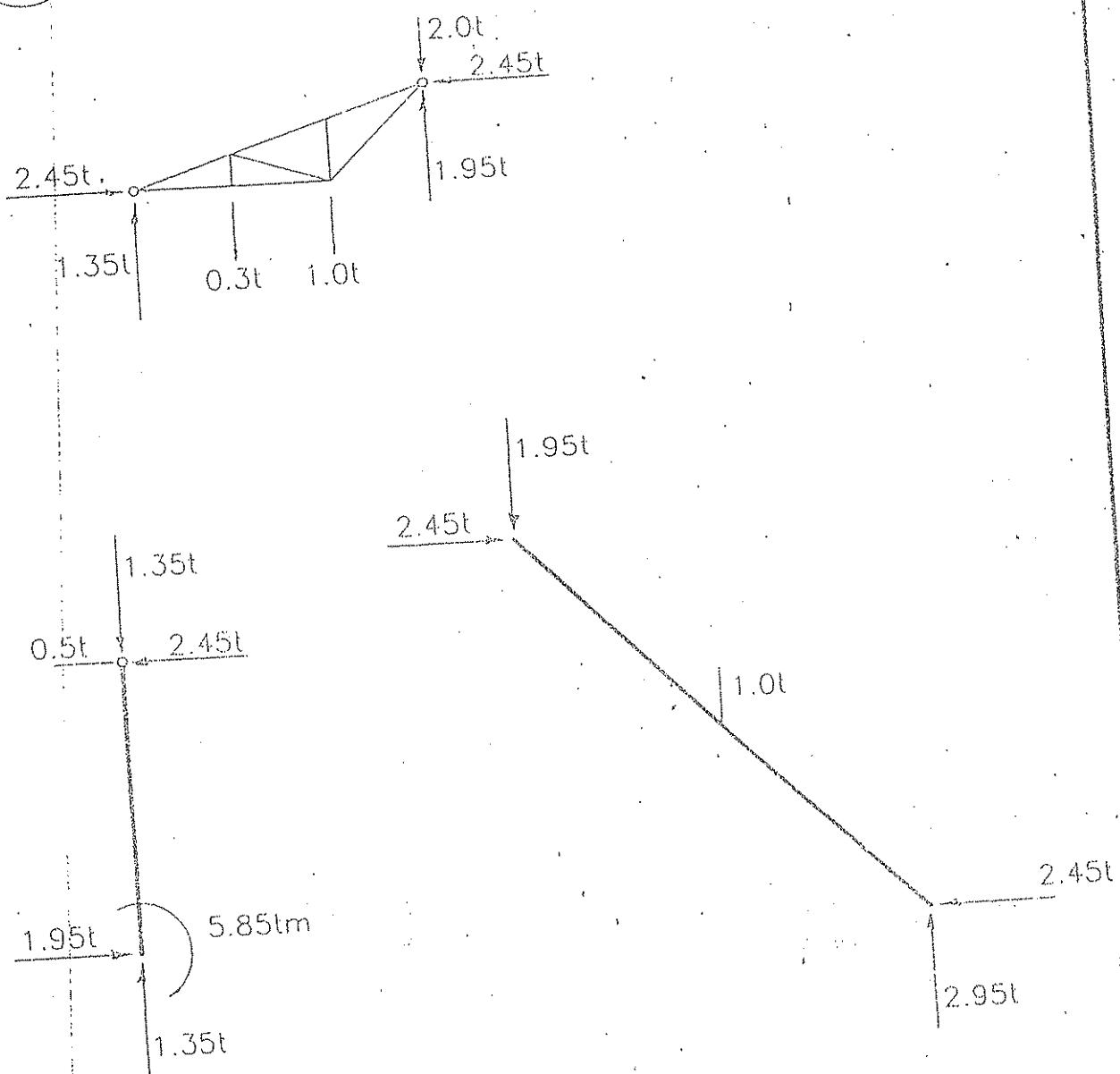


238

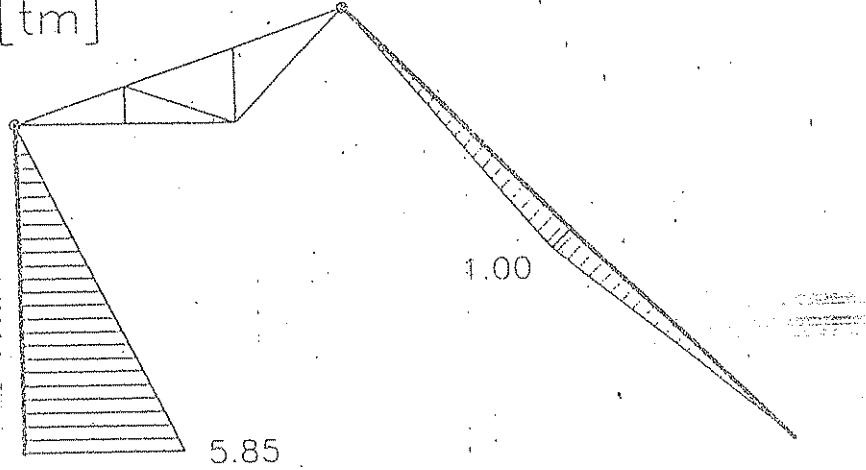
71

TALLER DE FISICA II – CATEDRA ING. PATANE
PRACTICA RESUELTA

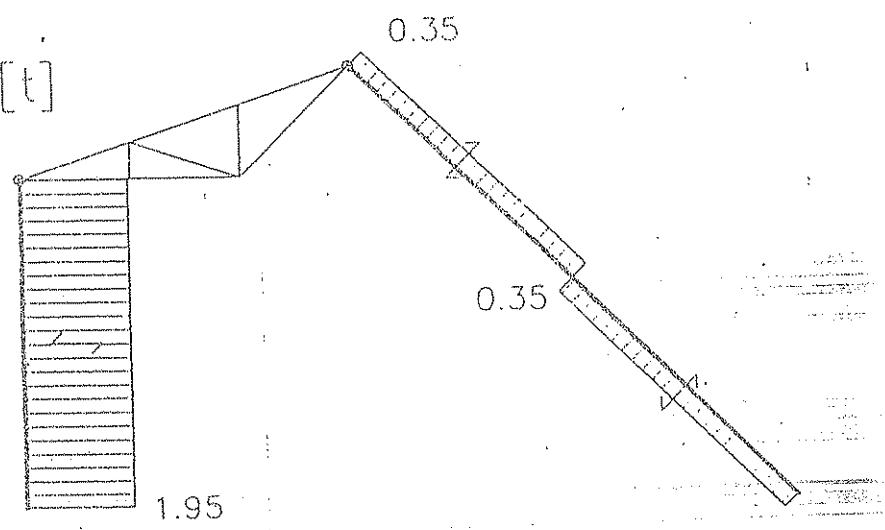
156



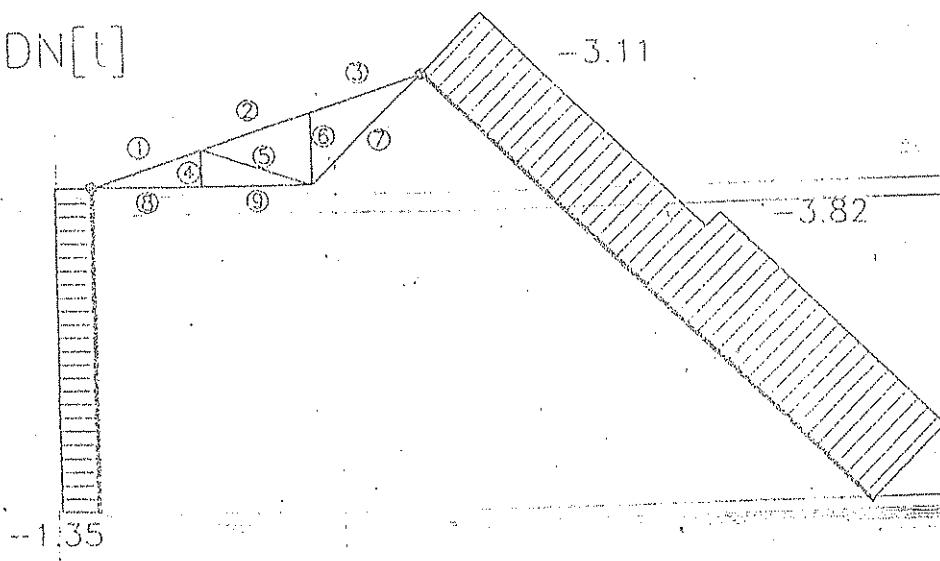
$DM[tm]$



$DQ[t]$



$DN[t]$



Esfuerzo normal en
bordes de reticulado

Nº de Barra	Esfuerzo Normal
1	-4.27
2	-3.80
3	-3.80
4	+0.30
5	-0.47
6	0.00
7	+1.63
8	+1.60
9	+1.60

TALLER DE FISICA II - CATEDRA ING. PATANE
PRACTICA RESUELTA

EJ: 157

Barra	$S_0 [t]$	$S_L [t]$	$S_W [t]$		LONG [m]
			(+)	(-)	
AB	-5	8	4	-4	2
CD	-8	-14	3	-3	3
EF	17	-6	5	-5	3
FG	-10	-17	7	-7	3,6

φ Rn1	φ Rn2	φ Rn4		φ Rn6	
		1,2S _D +0,5S _L +1,6S _W	SW (+)	SW (-)	SW (+)
1,4S _D	1,2S _D +1,6S _L				
-7	6,8		4,4	-8,4	1,9
-11,2	-32		-11,8	-21,4	-2,4
23,6	10,8		25,4	9,4	23,3
-14	-39,2		-9,3	-31,7	2,2
					-20,2

Barra	Resistencias Necesarias		Perfil Adoptado	χ	Rn (kN)
	Rn (+)	Rn (-)			
AB	7,56	-12,82	UPN 120	0,45588	-18,21
CD	-	-37,65	UPN 240	0,43636	-46,36
EF	28,22	-	UPN 100	tracción	31,73
FG	2,44	-46,12	UPN 280	0,37484	-53,22

