



Universidad de Buenos Aires

FACULTAD DE INGENIERIA



ESTATICA

C1-2024

(TB036)

TEMA 5

Esfuerzos internos / 3D.

Esfuerzos internos



4.1. INTRODUCCIÓN

Si un sistema de fuerzas en equilibrio F_1, F_2, \dots, F_n está actuando sobre un cuerpo libre, se dice que dicho cuerpo se encuentra en *equilibrio*. Si se considera un cuerpo tipo barra, como por ejemplo el de la Fig. 4.1, sometido a un sistema de fuerzas en equilibrio, y si se practica un corte por medio de un plano α y se separa la parte *I* de la parte *II*, aparecen fuerzas y momentos que rompen el equilibrio inicial.

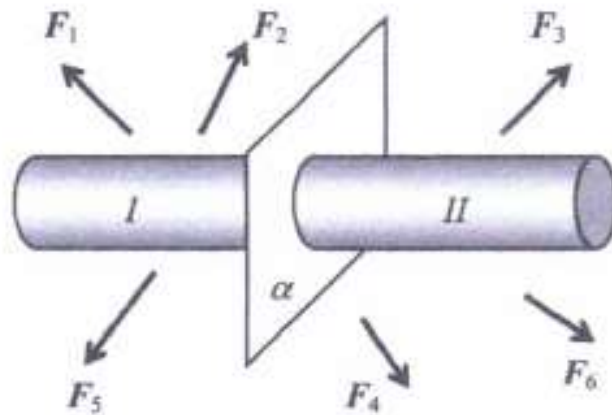


Figura 4.1: Cuerpo en equilibrio

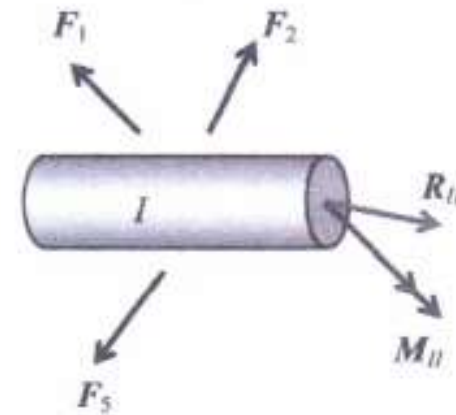
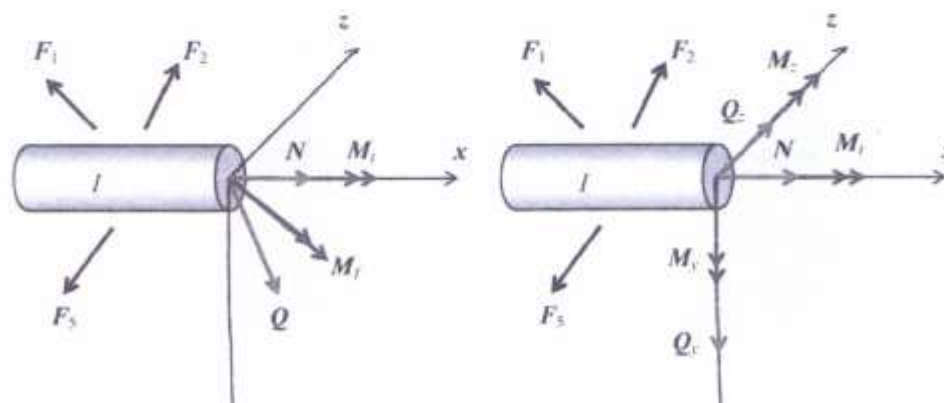


Figura 4.2: Cuerpo seccionado por un plano

Esfuerzos internos



Trasladando el sistema fuerza-par resultante de las fuerzas que actúan en el cuerpo *II* al origen de coordenadas, se equilibra la parte *I*, como se ve en la Fig. 4.3. La componente de la fuerza en la dirección del eje *x* se denomina *esfuerzo axial o normal* y se identifica con la letra *N*; la componente en el plano de la sección transversal se llama *esfuerzo de corte* y se identifica con la letra *Q*. La componente del par de fuerzas en la dirección del eje *x* se denomina *momento torsor* y se identifica con la denominación M_t ; la componente del par de fuerzas en el plano de la sección transversal se conoce como *momento flector* y se lo identifica con M_f . Tanto el esfuerzo de corte *Q* como el momento flector M_f pueden, a su vez, descomponerse en la dirección de los ejes *z* e *y* que definen el plano de la sección transversal, obteniéndose de este modo Q_z , Q_y , M_z y M_y .

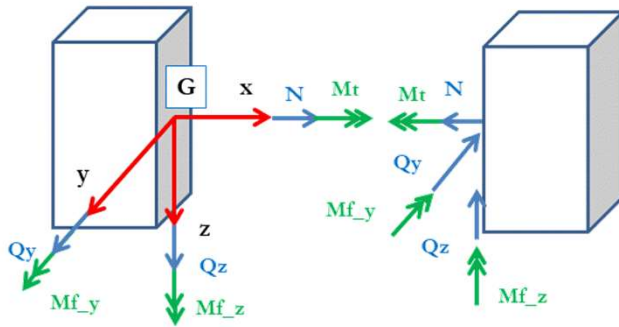


Esfuerzos internos



Cara positiva
(o cara izquierda de la sección de análisis)

Cara derecha



$$\mathbf{R}_d(\mathbf{x}) = N(\mathbf{x})\mathbf{i} + Q_y(\mathbf{x})\mathbf{j} + Q_z(\mathbf{x})\mathbf{k}$$

$$\mathbf{M}_d(\mathbf{x}) = M_t(\mathbf{x})\mathbf{i} + M_{fy}(\mathbf{x})\mathbf{j} + M_{fz}(\mathbf{x})\mathbf{k}$$

$N(\mathbf{x})$: esfuerzo normal

$Q_y(\mathbf{x}); Q_z(\mathbf{x})$: esfuerzos de corte, cortantes, cizalladura

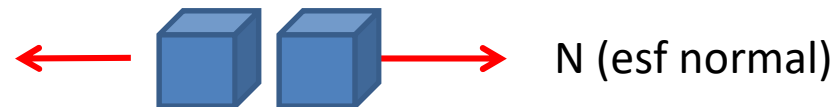
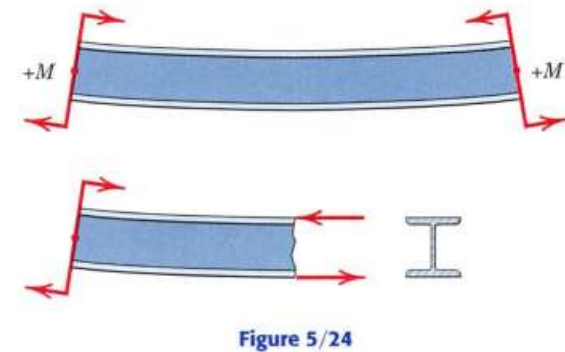
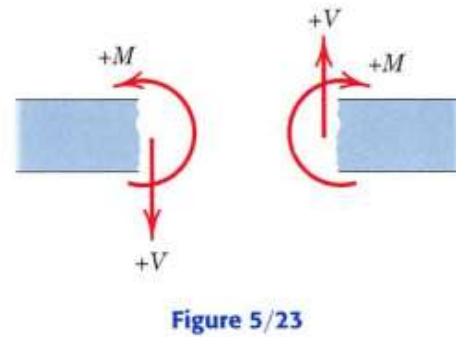
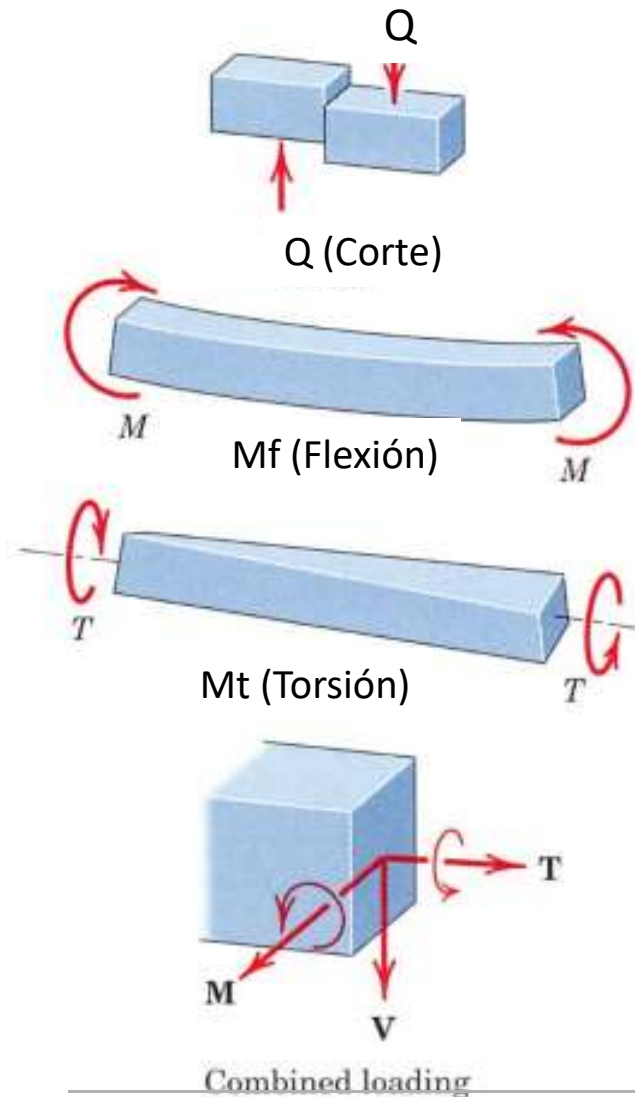
$M_t(\mathbf{x})$: momento torsor

$M_{fy}(\mathbf{x}); M_{fz}(\mathbf{x})$: momento flectores

Esfuerzos internos



Esfuerzos que puede soportar una estructura



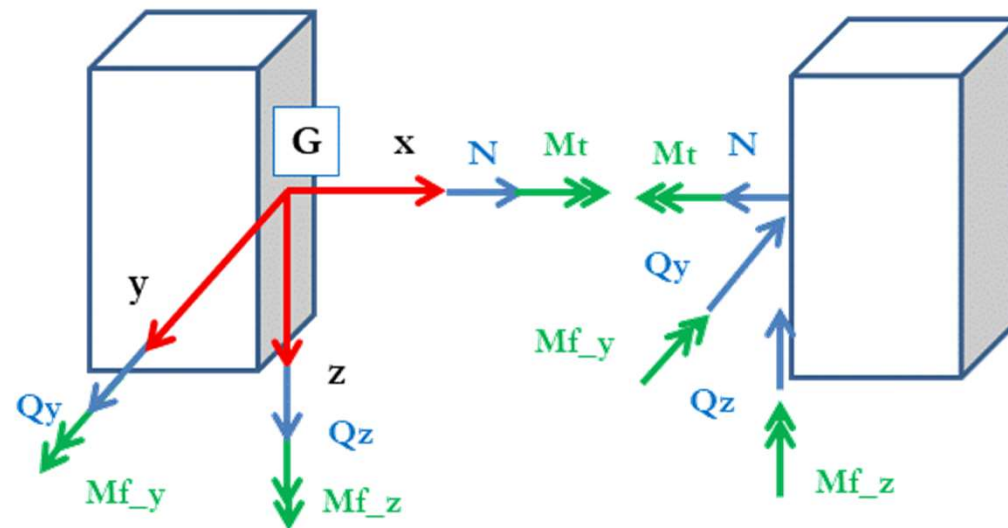
Esfuerzos internos



Convención de signos: esfuerzos positivos

Cara positiva
(o cara izquierda de la sección de análisis)

Cara derecha



Los esfuerzos los consideramos positivos cuando sus respectivos vectores hacen proyección positiva respecto de los ejes coordenadas de la cara positiva.

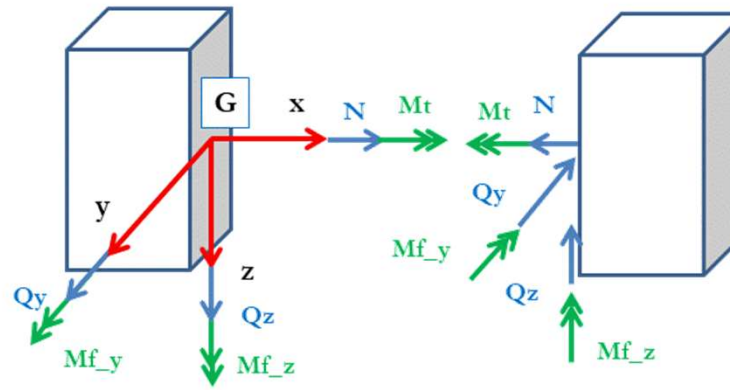
Los diagramas los dibujamos coincidiendo su signo con el eje correspondiente, perpendicular al eje de la barra.

Esfuerzos internos



Cara positiva
(o cara izquierda de la sección de análisis)

Cara derecha

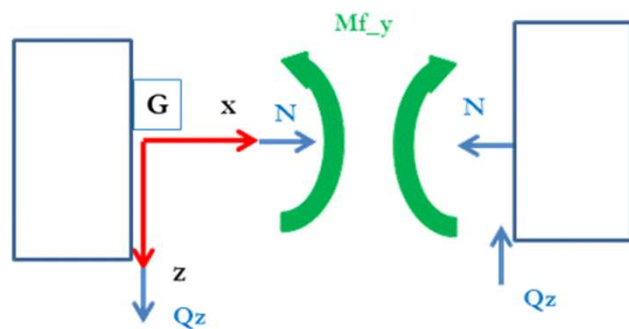


Esfuerzos positivos
Plano Vertical X-Z

Esfuerzos positivos
Plano Horizontal X-Y

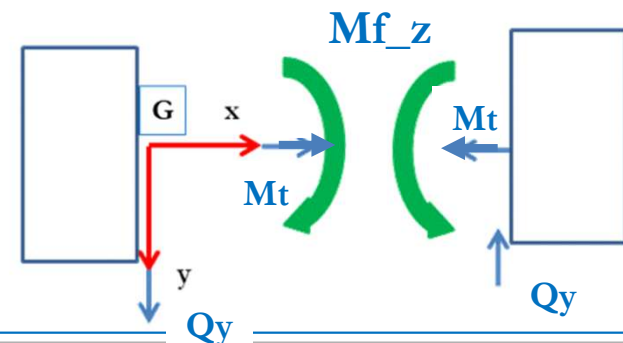
Cara positiva
(o cara izquierda de la sección de análisis)

Cara derecha



Cara positiva
(o cara izquierda de la sección de análisis)

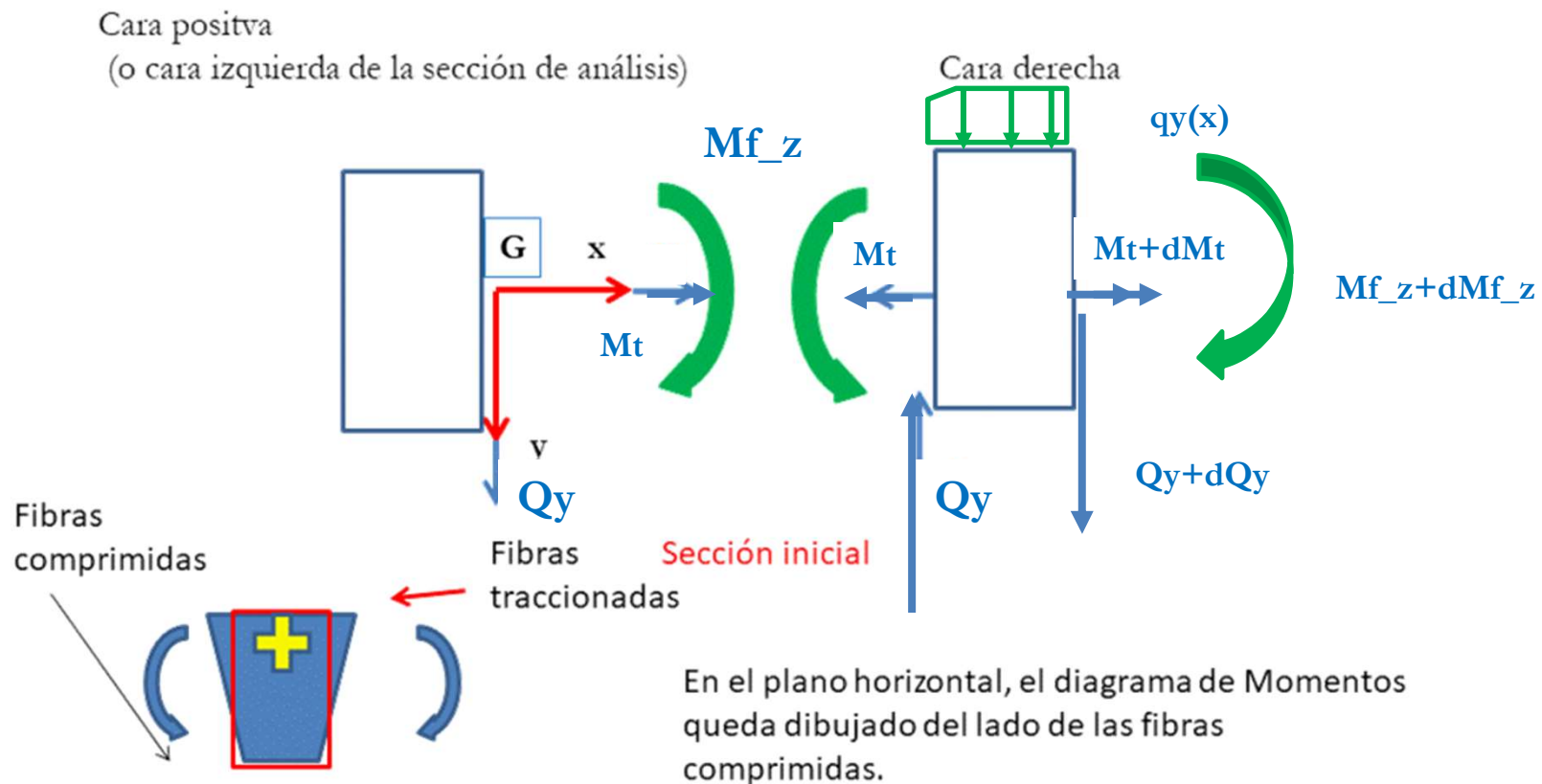
Cara derecha



Esfuerzos internos



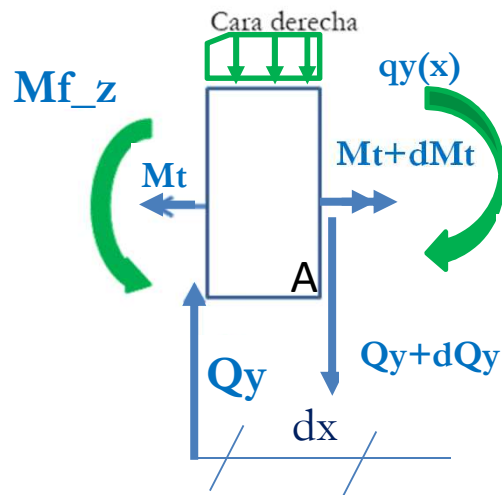
Esfuerzos positivos Plano Horizontal Plano X-Y



Esfuerzos internos



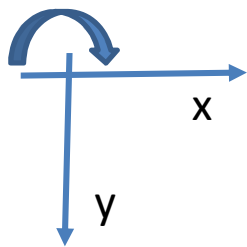
Esfuerzos positivos Plano Horizontal Plano X-Y



$$-Mt + Mt + dMt + mt(x) * dx = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{dMt}{dx} = -mt(x)$$

$$-Qy + Qy + dQy + qy(x) * dx = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{dQy}{dx} = -qy(x)$$

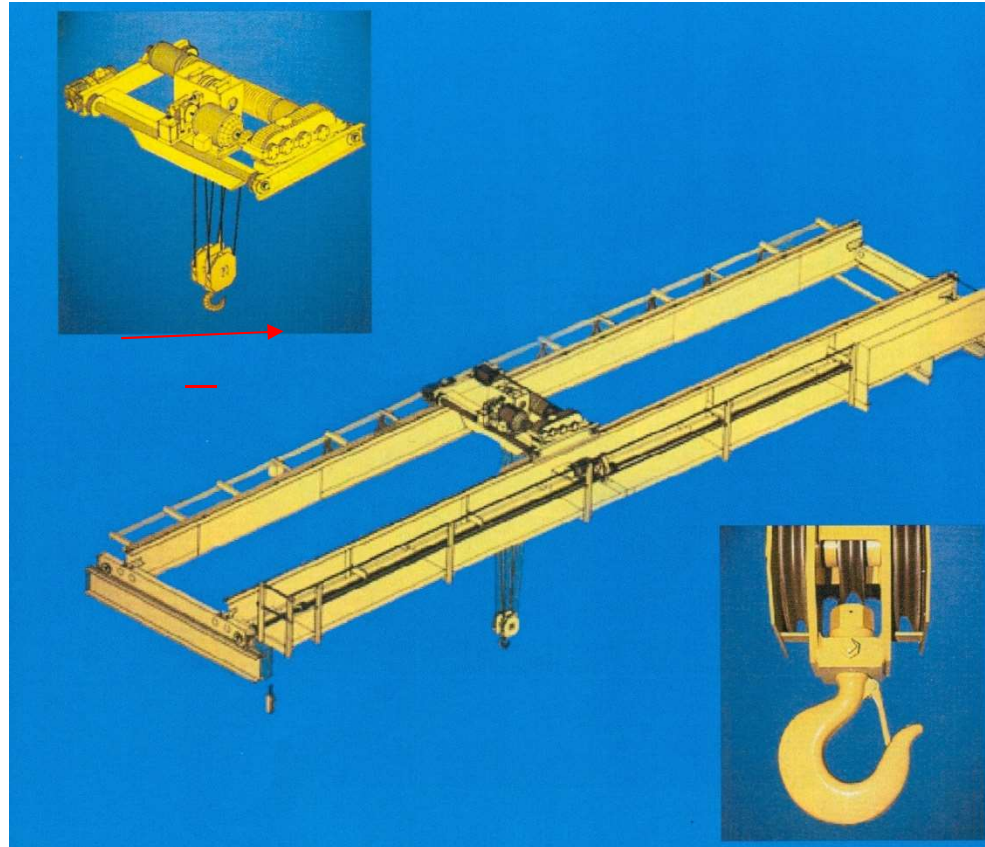
$$-Mf_z + Mf_z + dMf_z + Qy(x) * dx = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{dMf_z}{dx} = -Qy(x)$$



Esfuerzos internos



Viga puente grúa

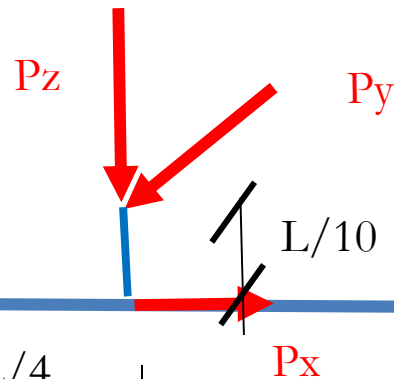


Esfuerzos internos

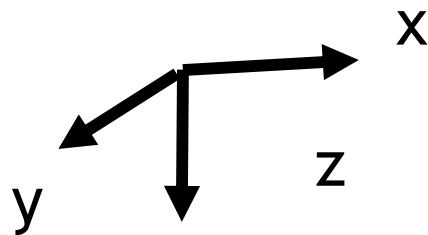


Viga puente grúa

A: Desplazamientos x, y, z
y giro $tita_x$ impedidos

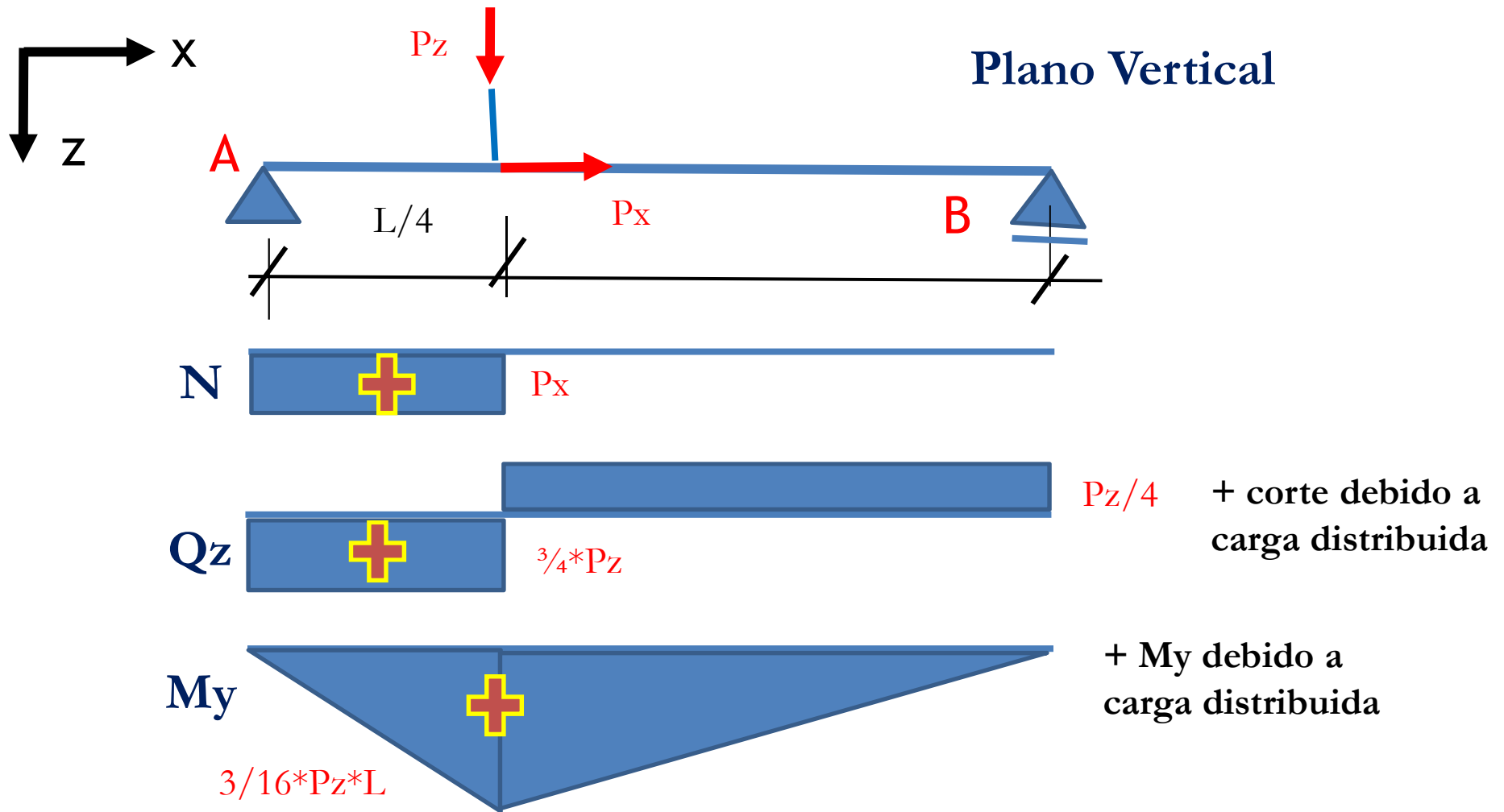


B: Desplazamientos y, z
impedidos. Desplazamiento x
libre.

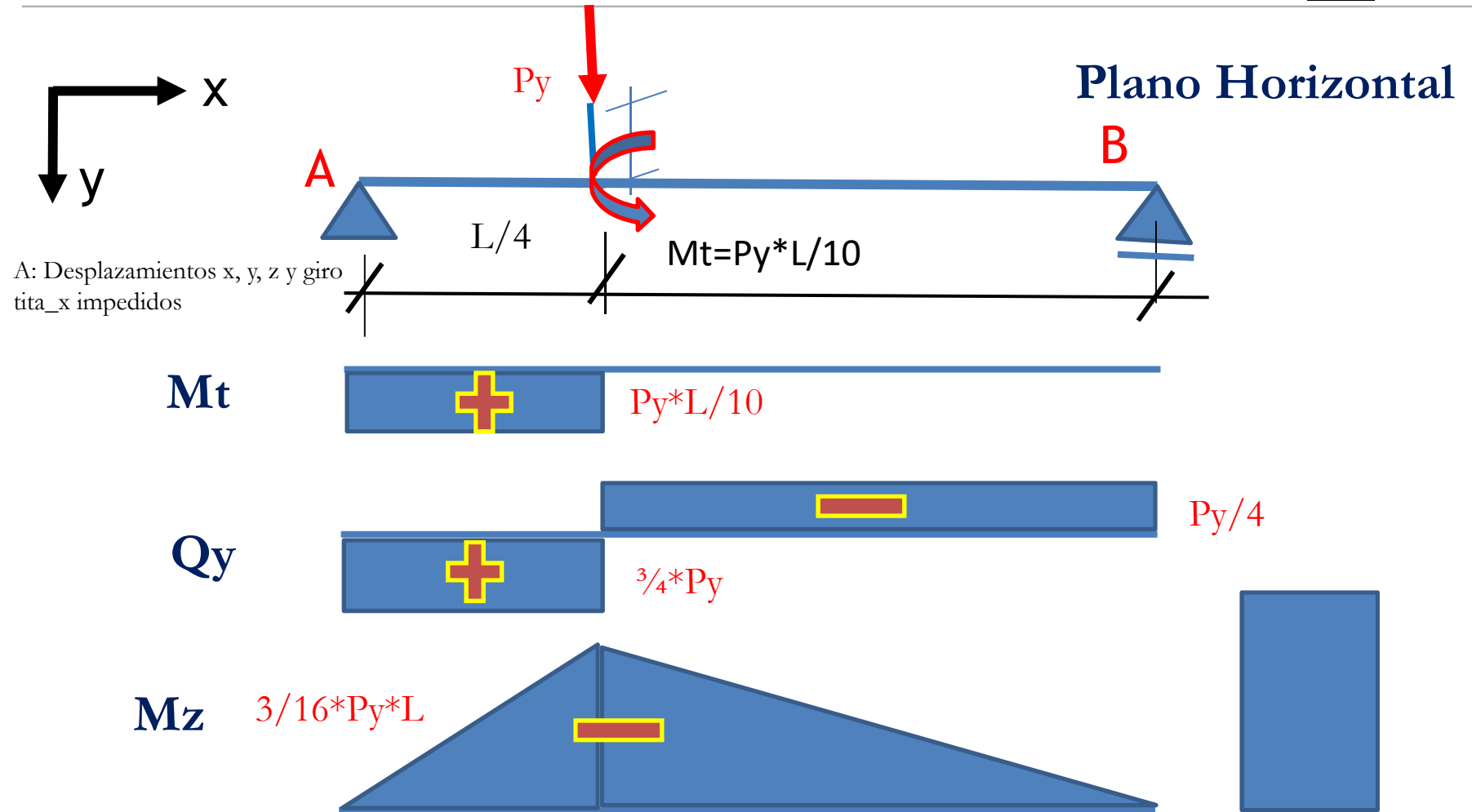


Carga de frenado $P_x = 5 \text{ kN}$
Peso del carro $P_z = 50 \text{ kN}$
Fuerza de bamboleo $P_y = 10 \text{ kN}$
 $L = 6 \text{ m}$
*Peso de la viga AB $q = 1 \text{ kN/m}$

Esfuerzos internos



Esfuerzos internos

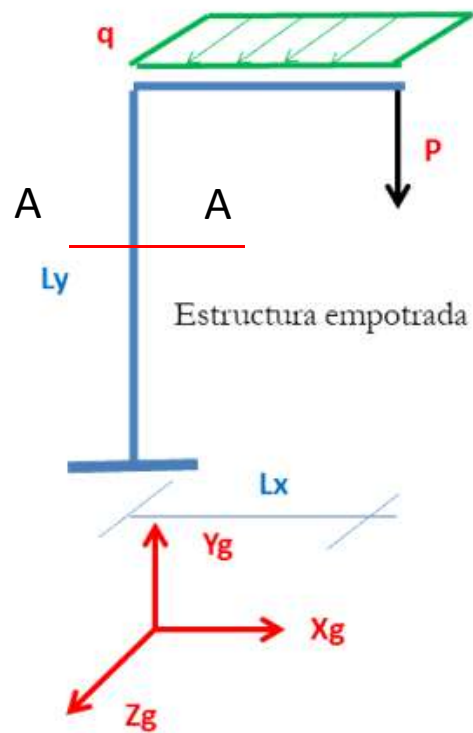


Esfuerzos internos

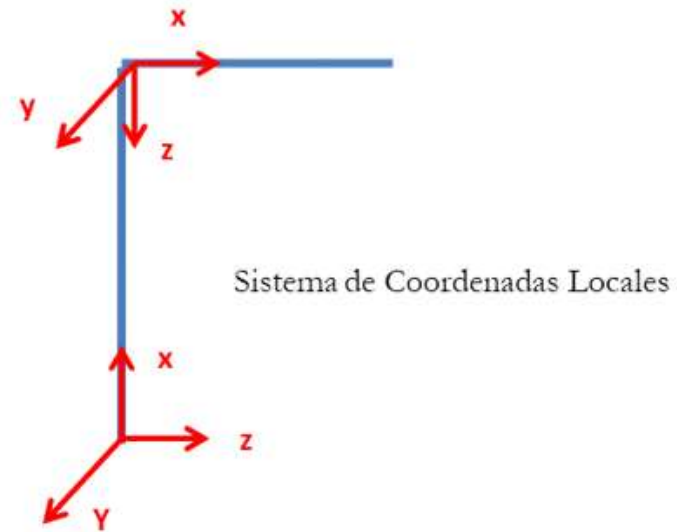


Ejemplo 3D

Esfuerzos característicos
Ejercicio 3D



Sistema de Coordenadas globales



Sistema de Coordenadas Locales

Esfuerzos internos



Ejemplo 3D

En este ejemplo resolvemos reduciendo la resultante de los esfuerzos que actúan a la derecha de la sección de análisis, al baricentro de la cara izquierda (cara positiva).

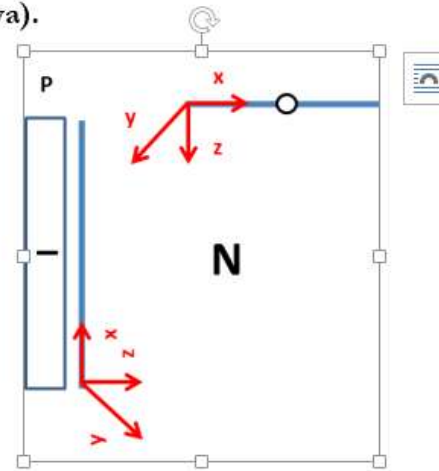
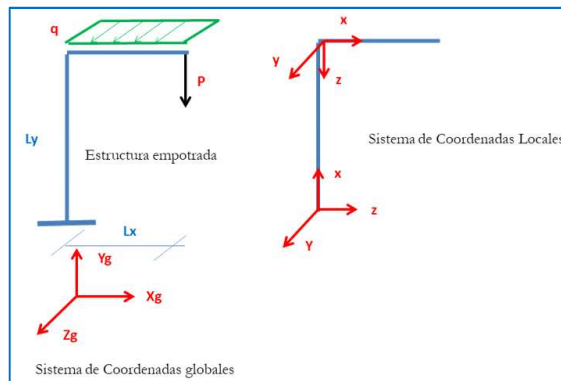
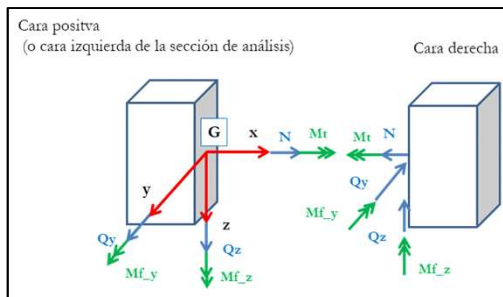
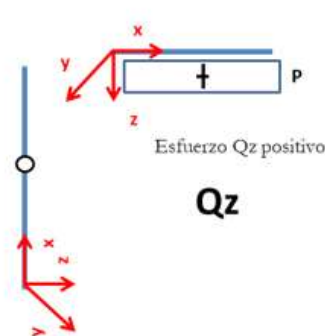


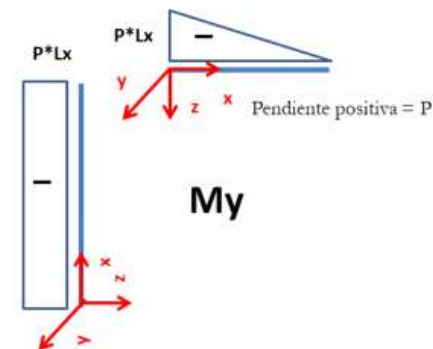
Fig. 4: Esfuerzo normal de compresión



Esfuerzos Positivos



Esfuerzo de corte Q_z , plano vertical

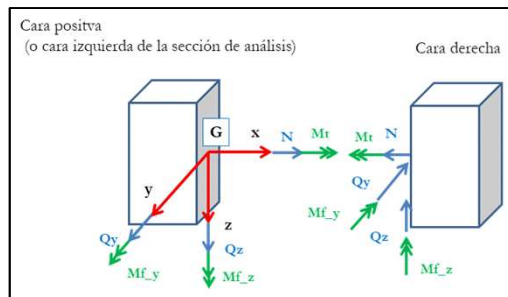
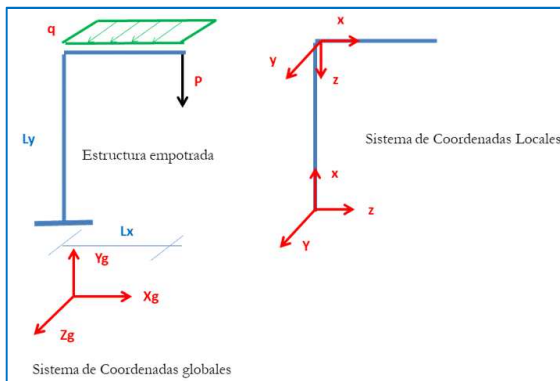


Momento flector M_y , plano vertical

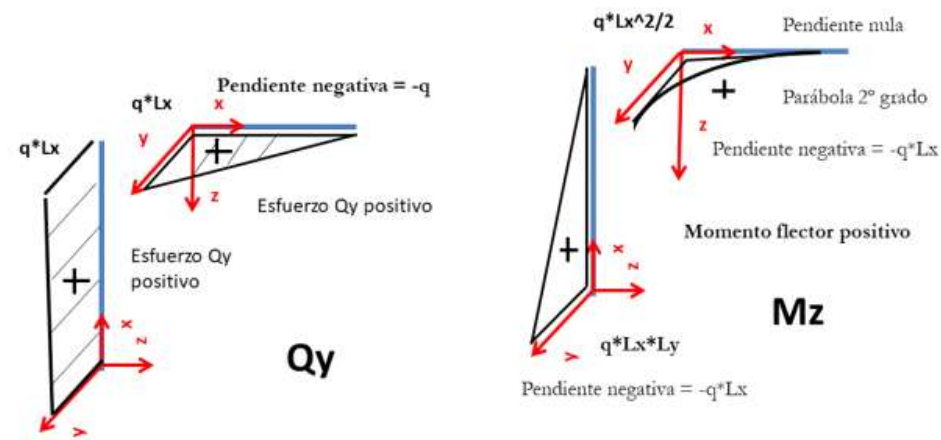
Esfuerzos internos



Ejemplo 3D



Esfuerzos Positivos



Esfuerzo de corte Q_y , plano horizontal

Momento flector M_z , plano horizontal
Fig. 6

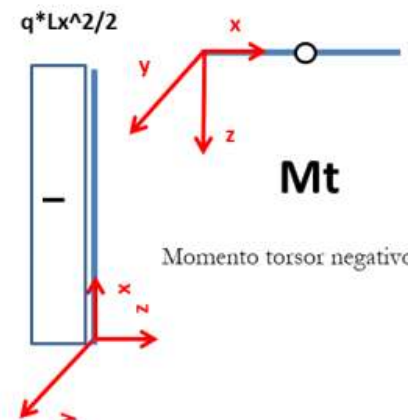


Fig. 7: Momento torsor