



FLEXION

Dr. GENNER VILLARREAL CASTRO

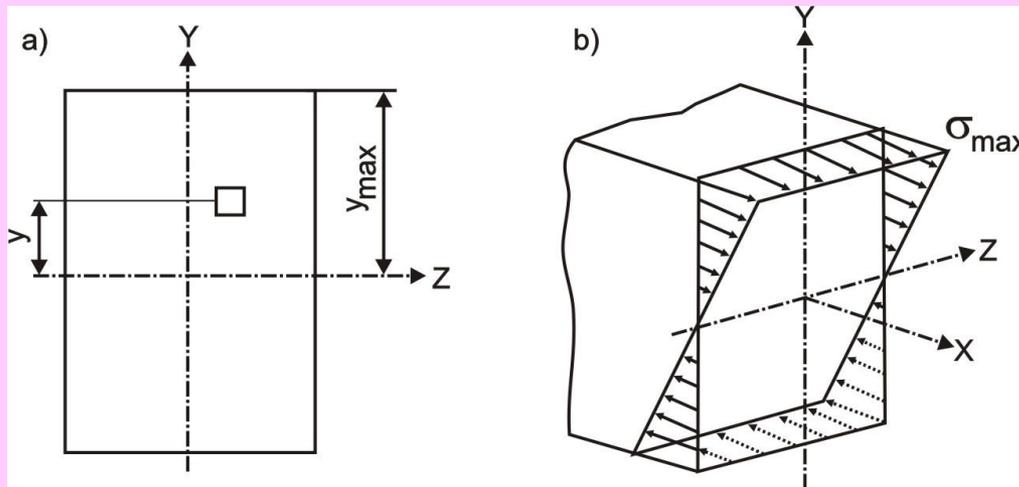
PROFESOR EXTRAORDINARIO UPAO

PROFESOR PRINCIPAL UPC, USMP

PREMIO NACIONAL ANR 2006, 2007, 2008

ESFUERZOS NORMALES

En las secciones transversales de vigas sometidas a *flexión pura*, **surgen esfuerzos normales**, los cuales dependen de su momento flector en la sección correspondiente. En *flexión transversal*, también **surgen esfuerzos tangenciales**, los cuales están relacionados con las fuerzas cortantes.



$$\sigma_x = \frac{M}{I_z} y$$

ESFUERZO NORMAL MAXIMO:

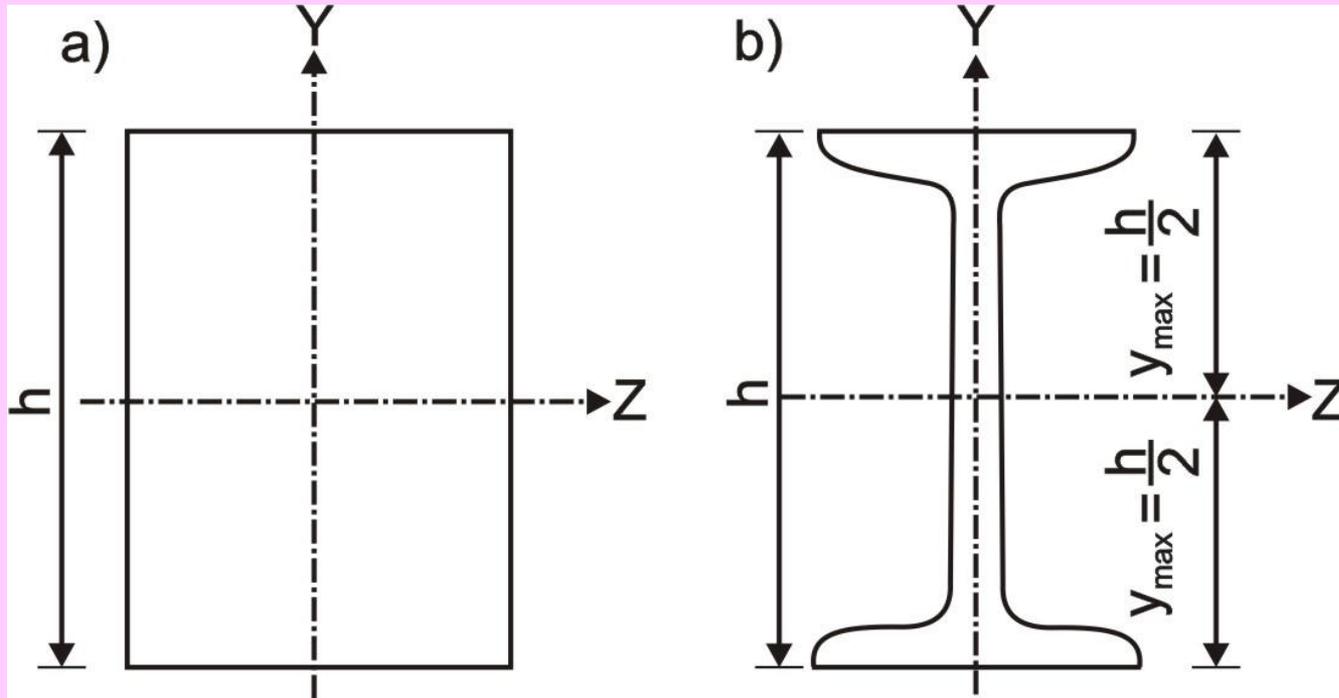
$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{M}{I_z} y_{\text{máx}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{M}{W_z}$$

Donde:

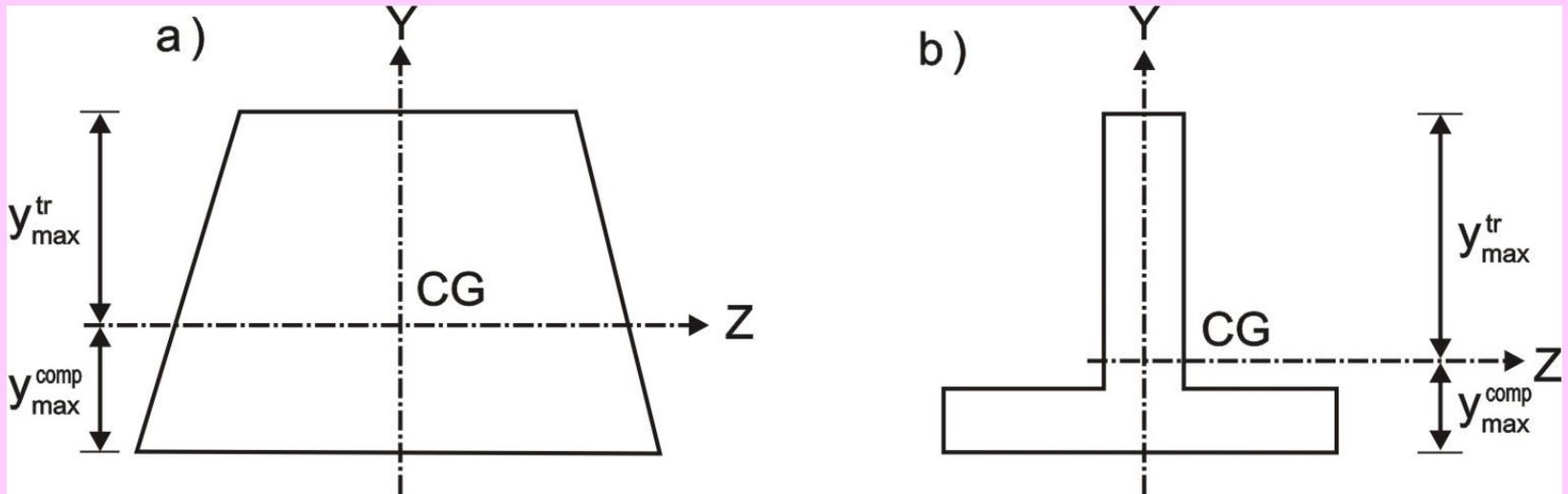
$$W_z = \frac{I_z}{y_{\text{máx}}}$$

SECCION SIMETRICA



$$\sigma_{\max}^{\text{tr}} = \sigma_{\max}^{\text{comp}}$$

SECCION ASIMETRICA



$$\sigma_{\max}^{\text{tr}} = \frac{M}{I_z} y_{\max}^{\text{tr}}$$

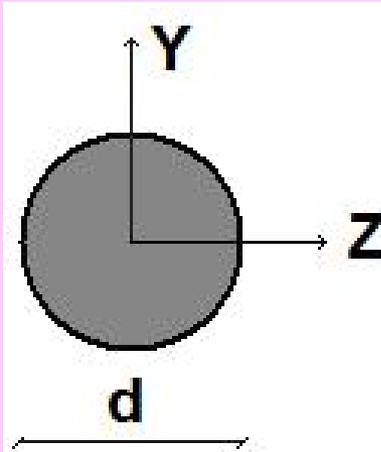
$$\sigma_{\max}^{\text{comp}} = \frac{M}{I_z} y_{\max}^{\text{comp}}$$

CONDICION DE RESISTENCIA:

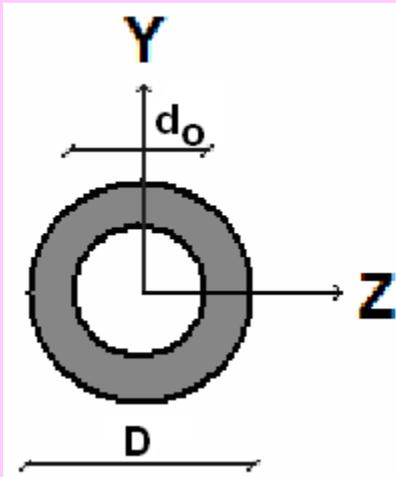
$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{M_{\text{máx}}}{W_z} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{\text{máx}}^{\text{tr}} = \frac{M_{\text{máx}}}{I_z} y_{\text{máx}}^{\text{tr}} \leq [\sigma]_{\text{tr}}$$

$$\sigma_{\text{máx}}^{\text{comp}} = \frac{M_{\text{máx}}}{I_z} y_{\text{máx}}^{\text{comp}} \leq [\sigma]_{\text{comp}}$$

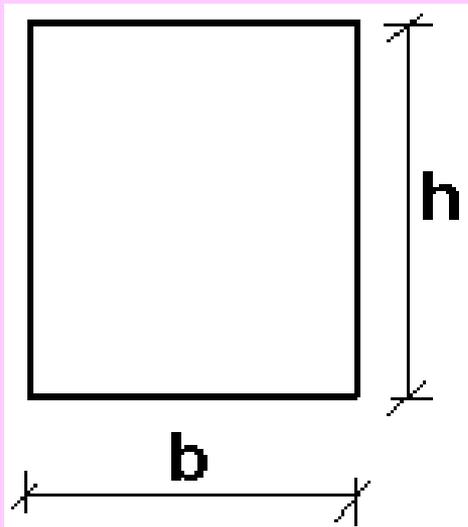


$$W_z = \frac{\pi}{32} d^3$$



$$W_z = \frac{\pi}{32} D^3 (1 - c^4)$$

$$c = \frac{d_0}{D}$$



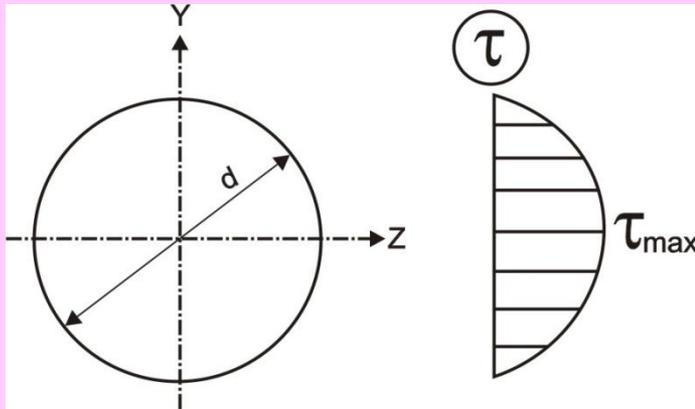
$$W_z = \frac{bh^2}{6}$$

ESFUERZOS TANGENCIALES

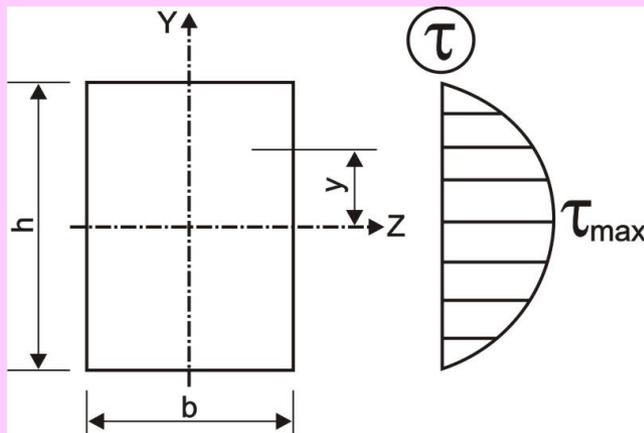
Aparte de realizar la comprobación de resistencia de las vigas en flexión por los esfuerzos normales, en ciertos casos es necesario e importante realizar la comprobación por los esfuerzos tangenciales, a través de la fórmula de D.I. Zhuravski

$$\tau = \frac{VS_z}{I_z b}$$

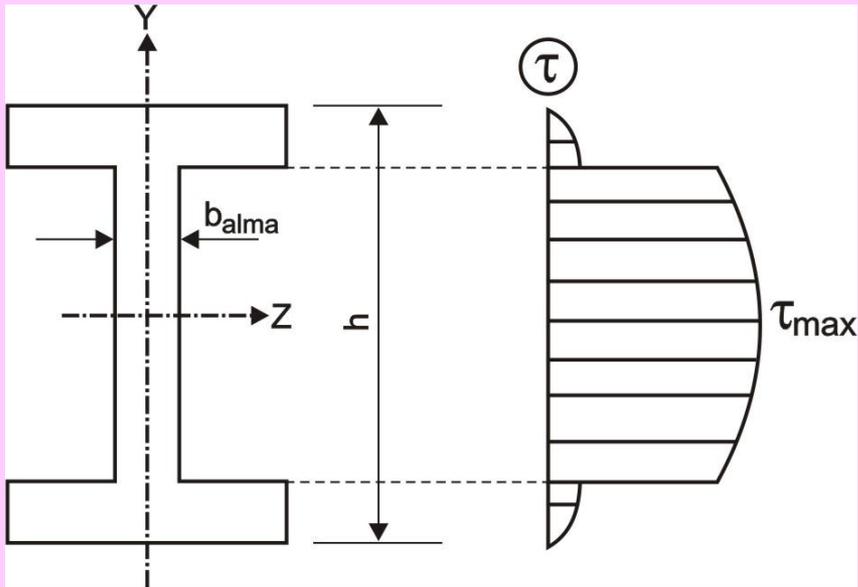
$$\tau_{\text{máx}} = \frac{V_{\text{máx}} S_{z,\text{máx}}}{I_z b} \leq [\tau]$$



$$\tau_{\max} = \frac{4V_{\max}}{3A}$$



$$\tau_{\max} = \frac{3V_{\max}}{2A}$$



$$\tau_{\text{máx}} = \frac{V_{\text{máx}} S_{z,\text{máx}}}{I_z b_{\text{alma}}}$$

VIGA DE DOS MATERIALES

El Ingeniero Civil en su vida profesional, diseña y construye **vigas de dos o más materiales** diferentes, como por ejemplo **vigas de madera reforzadas con placas de acero** y **las vigas de concreto armado**.

La teoría de la flexión de estas vigas dentro del margen de elasticidad de los materiales es muy sencilla. Para vigas de dos materiales el procedimiento consiste en **transformar la viga compuesta en una viga equivalente de un solo material**.

$$b'_a = \frac{E_m}{E_a} b_m$$

VIGAS DE CONCRETO ARMADO

El concreto es el material constructivo más usado, siendo su resistencia en compresión aproximadamente igual a diez veces su resistencia en tracción, razón por la cual se debe de reforzar con varillas de acero, conociendo a tal tipo de estructura como de concreto armado o reforzado.

Como el concreto se adhiere perfectamente al acero, no habrá deslizamiento de las varillas con respecto al concreto durante la flexión y se podrá aplicar el procedimiento de cálculo como si se tratase de vigas de dos materiales.

En la práctica, se considera que toda la tracción es absorbida por el acero y toda la compresión por el concreto.

Para el cálculo de vigas de concreto armado, se suele admitir que “n” es la relación entre el módulo de elasticidad del acero y el concreto.

$$n = \frac{E_a}{E_c}$$

Para resolver tal tipo de estructuras, será necesario transformar el área de acero en un área de concreto equivalente.

$$A'_c = nA_a$$

La distribución de esfuerzos seguirá una ley lineal, ya que las secciones rectas se mantienen planas durante la flexión y se supone que se cumple la Ley de Hooke en el concreto.

Para determinar la ubicación del eje central o neutro, será necesario calcularlo en base a la igualdad de los momentos estáticos de la parte superior a dicho eje, que es de concreto real (compresión) y la parte inferior de acero transformada en concreto (tracción).



¡MUCHAS GRACIAS!
genner_vc@hotmail.com