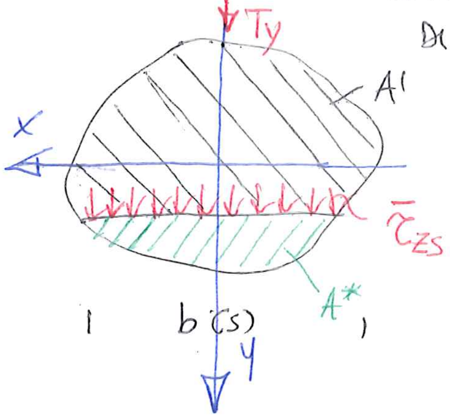
NOTA 1. CALCOLO DELLE TENSIONI TANGENZIALI CON LA TEORIA APPROSSIMATA DI JOURAVSKY.

SI È VISTO CHE IL CALCOLO DELLA TENSIONE TANGENZIALE MEDIA $\bar{\tau}_{zs}$ AGENTE IN DIREZIONE PERPENDICOLARE A UNA CORDA DI LUNGHEZZA $b(s)$ È DATA DA:



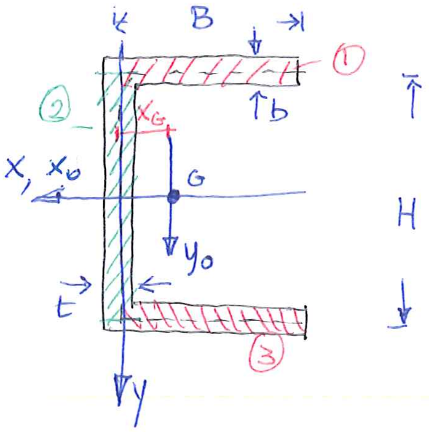
$$\bar{\tau}_{zs} = \frac{T_y S_x^*}{J_x\, b} \qquad [1]$$

VALUTANDO IL MOMENTO STATICO RISPETTO ALL'ASSE x DELL'AREA AL DI SOTTO DELLA CORDA, A^*.

SE INVECE SI FA USO DELL'AREA A' AL DI SOPRA DELLA CORDA, A', SI OSSERVA CHE $S_x^* + S_x' = S_x = 0$, POICHÉ L'ASSE x È BARICENTRICO. PERTANTO $S_x' = -S_x^*$: NE SEGUE CHE

$$\bar{\tau}_{zs} = \frac{-T_y S_x'}{J_x\, b} \qquad [1'] . \qquad \square$$

ESEMPIO: CALCOLO DELLE TENSIONI TANGENZIALI IN UNA SEZIONE A U, ANALIZZATA COME UNA SEZIONE DI SPESSORE SOTTILE.



SI ASSUME IL SISTEMA DI RIFERIMENTO x, y CON L'ASSE x COINCIDENTE CON L'ASSE DI SIMMETRIA DELLA SEZIONE E L'ASSE y PASSANTE PER LA LINEA MEDIA DELL'ANIMA.

SI HA: $A = A_1 + A_2 + A_3$

$$A_1 = B \cdot b \ ; \quad A_2 = H \cdot t \ ; \quad A_3 = B \cdot b$$

$$A = 2Bb + H \cdot t$$

$$G_1 = \left(-\frac{B}{2}, -\frac{H}{2}\right); \quad G_2 = (0,0); \quad G_3 = \left(-\frac{B}{2}, +\frac{H}{2}\right)$$

SEGUE POI $S_{y1} = A_1 \cdot \left(-\frac{B}{2}\right)$; $\quad S_{y2} = A_2 \cdot 0$; $\quad S_{y3} = A_3 \cdot \left(-\frac{B}{2}\right)$

$S_y = 2B \cdot b \cdot \left(-\frac{B}{2}\right) = -B^2 b$ MENTRE, PER RAGIONI DI SIMMETRIA $S_x = 0$

IL BARICENTRO G È QUINDI INDIVIDUATO DA: $G = (x_G, y_G)$, DOVE

$$x_G = \frac{S_y}{A} = \frac{-B^2 b}{2Bb + Ht} \ ; \quad y_G = 0 \quad \Rightarrow \quad G = \left(-\frac{B^2 b}{2Bb+Ht}\right)$$

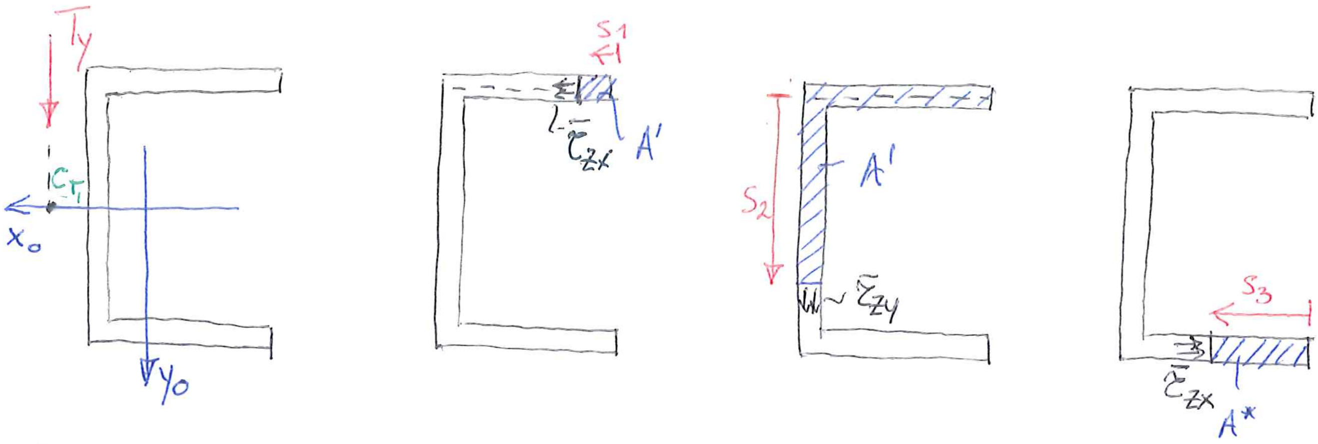
IL MOMENTO D'INERZIA RISPETTO ALL'ASSE x_0 (COINCIDENTE CON L'ASSE x) È DATO DA:

$$J_x = \frac{1}{12} t H^3 + 2\left[\frac{1}{12} B b^3 + Bb \cdot \left(\frac{H}{2}\right)^2\right] \simeq \frac{1}{12} t H^3 + \frac{BbH^2}{2}$$

IN QUANTO IL CONTRIBUTO DEL MOMENTO D'INERZIA "PROPRIO" DI CIASCUNA ALA, $\frac{1}{12} Bb^3$

È TRASCURABILE.

SI PASSA A CONSIDERARE IL CALCOLO DELLE TENSIONI TANGENZIALI DOVUTE A TAGLIO T_y APPLICATO NEL CENTRO DI TAGLIO, C_T



RISULTA

$$\bar{\tau}_{zx}^{(1)} = -\frac{T_y S_x'^{(1)}}{J_x b} \quad \text{CON} \quad S_x'^{(1)} = +S_1 b \cdot \left(-\frac{H}{2}\right) = -\frac{S_1 b H}{2}$$

PERTANTO

$$\bar{\tau}_{zx}^{(1)} = \frac{T_y S_1 H}{2 J_x}$$, VARIABILE <u>LINEARMENTE</u> FRA 0 $(S_1 = 0)$ E $\frac{T_y B H}{2 J_x}$ $(S_1 = B)$

$$\bar{\tau}_{zy}^{(2)} = -\frac{T_y S_x'^{(2)}}{J_x t} \quad \text{CON} \quad S_x'^{(2)} = Bb\left(-\frac{H}{2}\right) + S_2 \cdot t \cdot \left(-\frac{H}{2} + \frac{S_2}{2}\right) = -Bb\frac{H}{2} - S_2 t\left(\frac{H-S_2}{2}\right)$$

PERTANTO

$$\bar{\tau}_{zy}^{(2)} = \frac{T_y \left(Bb\frac{H}{2}\right) + S_2 t\left(\frac{H-S_2}{2}\right)}{J_x t} = \frac{T_y\, BbH + S_2 t (H - S_2)}{2 J_x t}$$

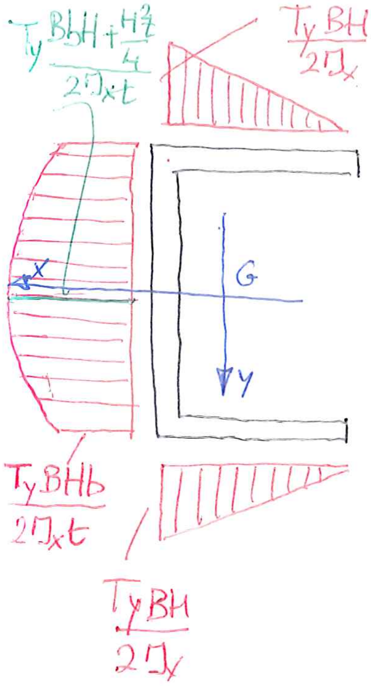
VARIABILE <u>QUADRATICAMENTE</u> FRA $\frac{T_y BbH}{2 J_x t}$ $(S_2 = 0 \text{ o } S_2 = H)$ E IL VALORE MASSIMO $\frac{T_y\left(BbH + \frac{H^2}{4} t\right)}{2 J_x t}$ $\left(S_2 = \frac{H}{2}\right)$.

$$\bar{\tau}_{zx}^{(3)} = +\frac{T_y S_x^{*(3)}}{J_x b} \quad \text{CON} \quad S_x^{*(3)} = S_3 b \cdot \left(+\frac{H}{2}\right) = +\frac{S_3 b H}{2}$$

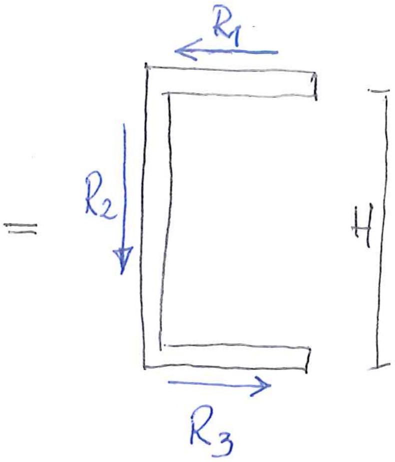
DUNQUE

$$\bar{\tau}_{zx}^{(3)} = \frac{T_y S_3 H}{2 J_x}$$, VARIABILE LINEARMENTE FRA 0 $(S_3 = 0)$ E $\frac{T_y B H}{2 J_x}$ $(S_3 = B)$

L'ANDAMENTO DELLE TENSIONI TANGENZIALI "MEDIE" È RIPORTATO IN FIGURA. QUESTE DANNO LUOGO ALLE TRE RISULTANTI INDICATE, OTTENUTE PER INTEGRAZIONE



=



$$R_1 = \int_0^B \tau_{zx}^{(1)}\, b\, ds_1 = \int_0^B \frac{T_y s_1 H}{2J_x}\, b\, ds_1$$

$$R_1 = \frac{3T_y B^2 b}{H(6Bb + tH)}$$

$$R_2 = \int_0^H \tau_{zy}^{(2)}\, t\, ds_2 = \int_0^H \frac{T_y BbH + s_2 t (H - s_2)}{2J_x t}\, ds_2$$

$$R_2 = T_y$$

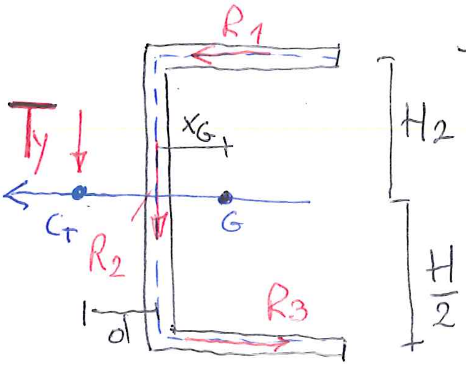
$$R_3 = \int_0^B \tau_{zx}^{(3)}\, b\, ds_3 = \int_0^B \frac{T_y s_3 H}{2J_x}\, b\, ds_3$$

$$R_3 = \frac{3T_y B^2 b}{H(6Bb + tH)}$$

APPARE EVIDENTE CHE LE RISULTANTI R_1 E R_3 SI BILANCIANO PRODUCENDO UNA FORZA ORIZZONTALE NETTA DI VALORE NULLO.

TUTTAVIA R_1 E R_3 DANNO LUOGO A UNA COPPIA DI MOMENTO RISPETTO A G $M_z = R_1 \cdot H$; PER QUANTO RIGUARDA R_2 ESSO È EQUIVALENTE A T_y.

T_y NON PUÒ QUINDI ESSERE APPLICATO NEL BARICENTRO G PERCHÉ SI AVREBBE ANCHE UN MOMENTO TORCENTE M_z; PER ANNULLARE QUESTO EFFETTO T_y DEVE ESSERE APPLICATO NEL PUNTO C_T (DAL LATO OPPOSTO DEL BARICENTRO G RISPETTO AL PROFILO). PER EQUIVALENZA STATICA DEVE ESSERE:



$$\circlearrowleft M_{z(C_T)} = R_1 \cdot \frac{H}{2} + R_3 \cdot \frac{H}{2} - R_2 \cdot d = 0$$

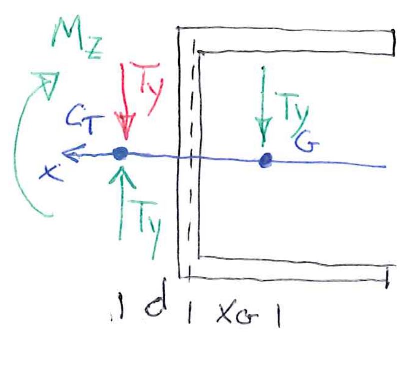
NE SEGUE

$$R_1 \cdot H - R_2\, d = 0$$

$$d = \frac{R_1 \cdot H}{R_2} = \frac{\frac{3\cancel{T_y} B^2 b}{H(6Bb+tH)}}{\cancel{T_y}} = \frac{3B^2 b}{6Bb + tH}$$

SE T_y È INVECE RIPORTATO NEL BARICENTRO G, SI HA DA AGGIUNGERE UN MOMENTO (TORCENTE) DI TRASPORTO

$$M_z = -T_y\,(d + x_G)$$



LE TENSIONI TANGENZIALI DOVUTE A TORSIONE SI CALCOLANO UTILIZZANDO LA TEORIA DELLA TORSIONE DI SEZIONI IN PARETE SOTTILE A PROFILO APERTO.

NEL CASO IN ESAME IL FATTORE DI RIGIDITA' TORSIONALE SI DETERMINA COME:

$$J_t = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{3} a_i b_i^3 = 2 \cdot \frac{1}{3} B b^3 + \frac{1}{3} H t^3$$

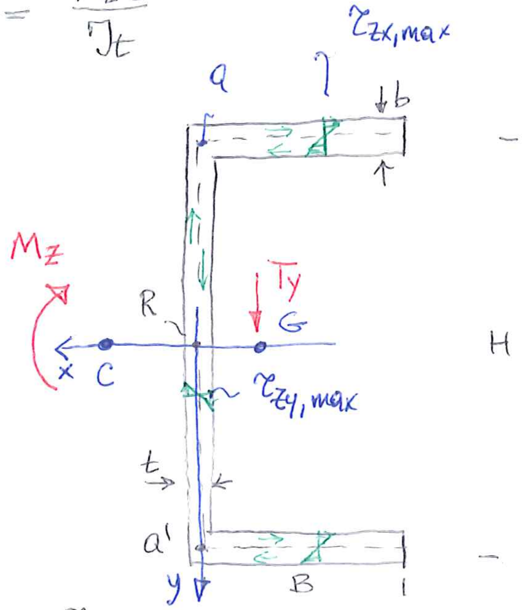
I VALORI MASSIMI DELLA TENSIONE TANGENZIALE SI RAGGIUNGONO NEL PUNTO MEDIO DI OGNI TRATTO, IN CORRISPONDENZA DELLA PARETE DELLA SEZIONE.

IN PARTICOLARE SI HA SULLE ALI:

$$\tau_{zx,max} = \frac{M_z b}{J_t}$$

E IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE NEUTRO NELL'ANIMA:

$$\tau_{zy,max} = \frac{M_z t}{J_t}$$



SE SI CONSIDERA UN PROFILO U200 SERIE NORMALE SOTTOPOSTO A $T_y = 100$ kN $= 100000$ N SI HA:

$H = 200$ mm; $B = 75$ mm; $t = 8.5$ mm; $b = 11.5$ mm; $x_G = -18.887$ mm;
$J_x = 22916700$ mm^4.

LA TENSIONE TANGENZIALE MASSIMA DA TAGLIO SULL'ALA, RAGGIUNTA IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI (Q) E (Q') VALE:

$\tau_{zx}(Q) = 32.727$ MPa (N/mm^2)

MENTRE LA TENSIONE TANGENZIALE MASSIMA DA TAGLIO SULL'ANIMA, RAGGIUNTA NEL PUNTO (R) VALE:

$\tau_{zy}(R) = 66.096$ MPa (N/mm^2)

E LA TENSIONE TANGENZIALE MINIMA, RAGGIUNTA NEI PUNTI (Q) E (Q') VALE

$\tau_{zy}(Q) = 44.278$ MPa (N/mm^2).

LE RISULTANTI R_1 E R_3 (EGUALI E OPPOSTE) VALGONO $R_1 = R_3 = 14113.6$ N, MENTRE LA RISULTANTE $R_2 = T_y$ VALE OVVIAMENTE $R_2 = 100000$ N.

LA DISTANZA $d = \overline{CG} = 47.1141$ mm.

IL MOMENTO TORCENTE M_z CHE NASCE QUANDO LA FORZA T_y VIENE APPLICATA NEL BARICENTRO G VALE $M_z = T_y \cdot d = 4711410$ N·mm.

SI HA POI $J_t = 116985\ mm^4$

LE TENSIONI TANGENZIALI MASSIME DOVUTE A TORSIONE SONO NELLE ALI:

$$\tau_{zx,max} = 463{,}145\ MPa$$

E NELL'ANIMA

$$\tau_{zy,max} = 342{,}325\ MPa$$

SE QUINDI SI SOMMANO LE TENSIONI TANGENZIALI DOVUTE A TAGLIO E A TORSIONE SI TROVA, IN CORRISPONDENZA DEL BORDO <u>INTERNO</u> DEL PROFILO

NOTA: IN REALTA' $\tau_{zx,max}$ SI REALIZZA A META' DELL'ALA.

$$\max \tau_{zx,tot} = \tau_{zx}(Q) + \tau_{zx,max} = 32{,}727 + 463{,}145\ MPa = 495{,}873\ MPa$$

$$\max \tau_{zy,tot} = \tau_{zy}(R) + \tau_{zy,max} = 66{,}096 + 342{,}325\ MPa = 408{,}421\ MPa$$

SI OSSERVA CHE IL CONTRIBUTO DOVUTO A TORSIONE E' DECISAMENTE PREVALENTE:

$$\frac{\tau_{zx,max}}{\max \tau_{zx,tot}} = \frac{463{,}145}{495{,}873} \simeq 93{,}40\ \%$$

$$\frac{\tau_{zy,max}}{\max \tau_{zy,tot}} = \frac{342{,}325}{408{,}421} \simeq 83{,}82\ \%$$

RESTA DA VALUTARE IL FATTORE CORRETTIVO A TAGLIO, χ_y.

EGUAGLIANDO IL LAVORO ESTERNO APPLICATO A UN CONCIO DI TRAVE DI LUNGHEZZA dz E IL CORRISPONDENTE LAVORO INTERNO SI HA:

$$\cancel{\frac{1}{2}} T_y \gamma \cancel{dz} = \cancel{\frac{1}{2}} \int_A \tau_{zs} \gamma_{zs}\, dA\, \cancel{dz}$$

MA $\gamma = \frac{T_y}{GA_T} = \frac{T_y}{GA}\chi_y$ MENTRE $\gamma_{zs} = \frac{\tau_{zs}}{G}$ SICCHE':

$$T_y \cdot \frac{T_y}{GA}\chi_y = \int_A \frac{\tau_{zs}^2}{G}\, dA$$

TUTTAVIA $\tau_{zs} = \frac{T_y S_x^*}{J_x\, b(s)}$ PERTANTO $\int_A \frac{\tau_{zs}^2}{G}\, dA = \frac{1}{G}\int_A \left(\frac{T_y S_x^*}{J_x\, b(s)}\right)^2 \underbrace{b(s)ds}_{dA}$

DUNQUE

$$\frac{\cancel{T_y^2}}{\cancel{G}}\frac{\chi_y}{A} = \frac{1}{\cancel{G}}\frac{\cancel{T_y^2}}{J_x^2}\int_A \frac{S_x^{*2}}{b(s)^{\cancel{2}}}\cancel{b(s)}\, ds$$

NE SEGUE

$$\chi_y = \frac{A}{J_x^2}\int \frac{S_x^{*2}}{b(s)}\, ds$$

NEL CASO IN ESAME, ESSENDO $(S_x')^2 = (S_x^*)^2$, SI HA:

$$\chi_y = \frac{A}{J_x^2}\left[2 \cdot \int_0^B \frac{(S_x'^{①})^2}{b}\, ds_1 + \int_0^H \frac{(S_x'^{②})^2}{t}\, ds_2\right]$$

SVOLGENDO I CALCOLI SI OTTIENE:

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left[\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right]^2}\left[2\int_0^B \frac{s_1^2b^2H^2}{4b}\,ds_1 + \int_0^H \frac{\left(-Bb\frac{H}{2}-s_2t\frac{H-s_2}{2}\right)^2}{t}\,ds_2\right]$$

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left[\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right]^2}\left\{\cancel{2}\,\frac{b^2H^2}{\cancel{2}4b}\left[\frac{s_1^3}{3}\right]_0^B + \int_0^H \frac{\frac{B^2b^2H^2}{4}+\frac{BbHs_2t(H-s_2)}{2}+s_2^2t^2\frac{H^2-2Hs_2+s_2^2}{4}}{t}\,ds_2\right\}$$

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left(\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right)^2}\left\{\frac{b^{\cancel{2}}H^2}{2\cancel{b}}\frac{B^3}{3} + \left[\frac{B^2b^2H^2s_2}{4t}\right]_0^H + \left[\frac{BbH^2s_2^2}{4}-\frac{BbHs_2^3}{6}\right]_0^H + \left[\frac{s_2^3H^2t}{12}-\frac{s_2^4tH}{8}+\frac{s_2^5t}{20}\right]_0^H\right\}$$

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left(\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right)^2}\left\{\frac{bH^2B^3}{6}+\frac{B^2b^2H^3}{4t}+\frac{BbH^4}{4}-\frac{BbH^4}{6}+\frac{H^5t}{12}-\frac{H^5t}{8}+\frac{H^5t}{20}\right\}$$

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left(\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right)^2}\left\{\frac{bH^2B^3}{6}+\frac{B^2b^2H^3}{4t}+\frac{(3-2)BbH^4}{12}+\frac{10-15+6}{120}H^5t\right\}$$

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left(\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right)^2}\left\{bBH^2\left(\frac{B^2}{6}+\frac{BbH/t}{4}+\frac{H^2}{12}\right)+\frac{H^5t}{120}\right\}$$

$$\chi_y = \frac{2Bb+Ht}{\left(\frac{1}{12}tH^3+\frac{BbH^2}{2}\right)^2}\left\{\frac{bBH^2}{12}\left(2B^2+3\frac{BbH}{t}+H^2\right)+\frac{H^5t}{120}\right\}$$

E A CONTI FATTI SI OTTIENE

$$\chi_y = \frac{6(2Bb+tH)\left[30b^2B^2H+10bBt(2B^2+H^2)+H^3t^2\right]}{5tH^2(6bB+Ht)^2}$$

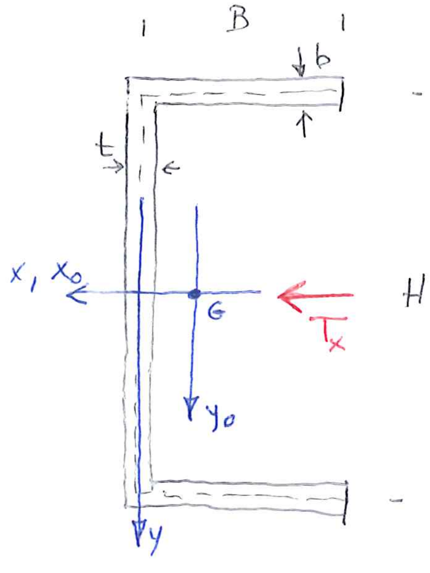
NEL CASO PRESENTE, SOSTITUENDO I VALORI NUMERICI SI TROVA

$$\chi_y = 2{,}25$$

PERTANTO PER LA SEZIONE CONSIDERATA SOGGETTA ALLA FORZA TAGLIANTE T_y SI OTTIENE

$$A_T = \frac{A}{\chi_y} = 0.444\,A = 1522.03\ mm^2 \qquad (A = 3425\ mm^2).$$

SE LA STESSA SEZIONE VIENE ORA SOTTOPOSTA A UNA FORZA DI TAGLIO T_x APPLICATA SECONDO LA DIREZIONE DELL'ASSE x, COINCIDENTE CON L'ASSE BARICENTRICO x_0, CHE È ASSE DI SIMMETRIA PER LA SEZIONE NON SI HANNO EFFETTI TORCENTI.



L'ESPRESSIONE DELLE TENSIONI TANGENZIALI, NELL'AMBITO DELLA TRATTAZIONE APPROSSIMATA DI JOURAVSKI È DATA DA:

$$\bar{\tau}_{zs} = \frac{T_x S_y^*}{J_{y_0}\, b(s)}$$

ALLO SCOPO DI DETERMINARE LE TENSIONI TANGENZIALI SI OSSERVA CHE

$$I_y = 2 \cdot \frac{bB^3}{3} + \frac{1}{12} H \cdot t^3 \simeq \frac{2}{3} bB^3$$

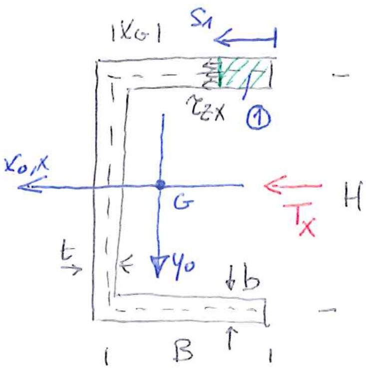
TRASCURANDO IL CONTRIBUTO DELL'ANIMA, ESSENDO $t \ll H$.

SI HA POI $I_{y_0} = I_y - A x_G^2 = \frac{2}{3} bB^3 - (2bB + Ht)\left(-\frac{B^2 b}{2Bb+Ht}\right)^2$

OVVERO

$$I_{y_0} = \frac{2}{3} bB^3 - \frac{(B^2 b)^2}{2Bb+Ht} = \frac{2bB^3(2Bb+Ht) - 3B^4 b^2}{6Bb+3Ht} = \frac{4B^4b^2 + 2B^3bHt - 3B^4b^2}{6Bb+3Ht}$$

$$I_{y_0} = \frac{B^4b^2 + 2B^3bHt}{6Bb+3Ht} = \frac{B^3b(Bb+2Ht)}{6Bb+3Ht}$$



SI HA POI: $S_{y_0}^{'①} = -s_1 \cdot b \cdot \left(B - x_G - \frac{s_1}{2}\right) = S_{y_0}^{'①} = -s_1 b \left(B - \frac{B^2 b}{2Bb+Ht} - \frac{s_1}{2}\right)$

$$\bar{\tau}_{zx} = -\frac{T_x S_{y_0}^{'①}}{I_{y_0} b}$$

VARIABILE QUADRATICAMENTE FRA 0 $(s_1 = 0)$ E IL VALORE

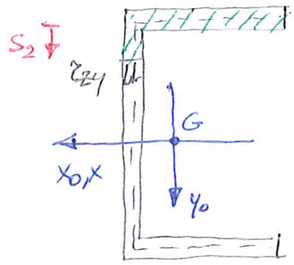
$\bar{\tau}_{zx}\Big|_{s_1 = B} = \frac{3T_x \cdot Ht}{2bB(bB+2Ht)}$, RAGGIUNGENDO UN VALORE MASSIMO

IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE BARICENTRICO,

$$\bar{\tau}_{zx\,max} = \bar{\tau}_{zx}\Big|_{s_1 = B - x_G} = \frac{3(bB+Ht)^2 T_x}{2bB(2bB+Ht)(bB+2Ht)}$$

NEL TRATTO VERTICALE È INVECE:

$$\bar{\tau}_{zy} = \frac{-T_x S_{y_0}^{'②}}{I_{y_0} t} \quad \text{DOVE} \quad S_{y_0}^{'②} = -\frac{bB^2Ht}{4Bb+2Ht} + s_2 t x_G$$



OVVERO $S_{y_0}^{'②} = \frac{-bB^2[H - 2s_2]t}{4bB+2Ht}$

SI OSSERVI CHE $S_{y_0}^{'②}\Big|_{s_2=0} = -\frac{bB^2Ht}{4bB+2Ht}$; $S_{y_0}^{②}\Big|_{s_2 = \frac{H}{2}} = 0$

CONSEGUENTEMENTE $\bar{\tau}_{zy}$ VARIA LINEARMENTE FRA I VALORI $\frac{H(6bB+3Ht)T_x}{B(bB+2Ht)(4bB+2Ht)}$ $(s_2 = 0)$ E 0 $\left(s_2 = \frac{H}{2}\right)$.

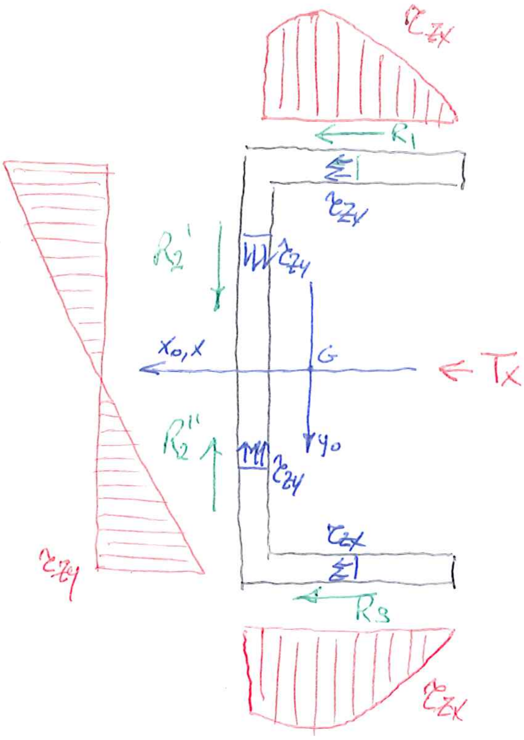
LE RISULTANTI DI $\bar{\tau}_{zx}$ SULL'ALA SUPERIORE VALE $R_1 = \int_0^B \bar{\tau}_{zx} \cdot b\, ds_1 = \frac{T_x}{2}$; ANALOGO RISULTATO SI OTTIENE PER L'ALA INFERIORE: $R_3 = R_1$; LA RISULTANTE DI $\bar{\tau}_{zy}$ SULL'ANIMA È INVECE $R_2 = \int_0^H \bar{\tau}_{zy} \cdot t\, ds_2 = 0$; ESSA È COMPOSTA DA 2 CONTRIBUTI R_2' E R_2'' EGUALI E OPPOSTI CHE SI COMPENSANO: $R_2' = \int_0^{H/2} \bar{\tau}_{zy} t\, ds_2 = \frac{3H^2 t T_x}{8B(bB+2Ht)}$

SOSTITUENDO I PRECEDENTI VALORI NUMERICI, SI HA, PER $T_x = 100$ KN $= 100000$ N

$I_y = 3234380$ mm^4 ; $I_{y_0} = 2012630$ mm^4

$\bar{\tau}_{zx}\Big|_{s_1 = B} = 69{,}361$ MPa ; $\bar{\tau}_{zx}\Big|_{s_1 = B - x_G} = 78{,}223$ MPa

$\bar{\tau}_{zy}\Big|_{s_2=0} = 93{,}841$ MPa ; $R_1 = 50'000$ N ; $R_2' = 39883$ N.



LA DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI E DELLE RISULTANTI E' RIPORTATA IN FIGURA.

IL FATTORE DI TAGLIO VALE IN QUESTO CASO $\chi_x = \frac{A}{J^2_{y_0}}\left[2\cdot\int_0^B \frac{(S_y'^{(1)})^2}{b}\,ds_1 + \int_0^H \frac{(S_y'^{(2)})^2}{t}\,ds_2\right]$ E A CONTI FATTI RISULTA: $\chi_x = 3.996$.

Esempio 6.27 Centro di taglio di una semicorona circolare sottile
Si consideri la sezione riportata in Figura 6.83 soggetta a un taglio T_y con retta d'azione passante per il centro di taglio; essa rappresenta la metà della sezione tubolare esaminata nell'Esempio 6.24. In questo caso si ha:

$$A = \pi R b, \quad I_x = \frac{\pi b R^3}{2}, \quad \bar{\tau}_{zs} = \frac{T_y R^2}{I_x}\sin\alpha = \frac{2T_y}{\pi R b}\sin\alpha, \quad \bar{\tau}_{\max} = \bar{\tau}_{zs}\left(\frac{\pi}{2}\right) = \frac{2T_y}{\pi R b}.$$

La risultante delle tensioni tangenziali sulla sezione risulta:

$$|R| = R\int_0^{\pi} \tau_{zs}(\alpha)\, b \sin\alpha \;\mathrm{d}\alpha = T_y.$$

Il momento risultante attorno al polo O della distribuzione delle tensioni tangenziali vale

$$M_z(\mathrm{O}) = \int_0^{\pi} \tau_{zs}(\alpha) b R^2 \;\mathrm{d}\alpha = 4\frac{R T_y}{\pi}.$$

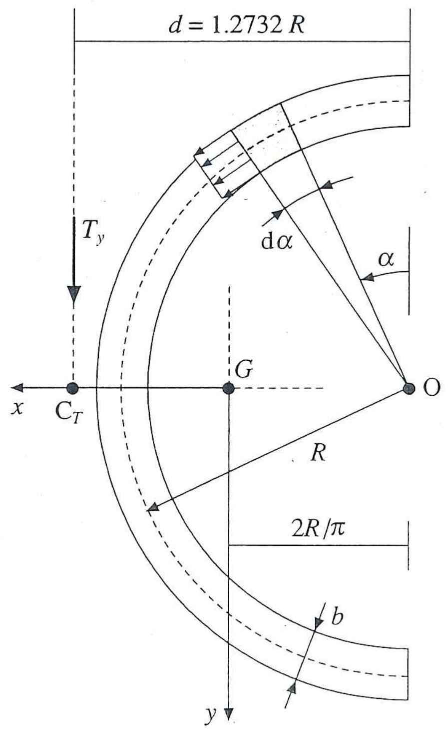


Figura 6.83 Centro di taglio della sezione metà di una corona circolare.

Il centro di taglio C_T della sezione giace sull'asse x, in quanto asse di simmetria, e la sua distanza x_T dal punto O si calcola scrivendo l'equilibrio alla rotazione attorno a esso; risulta:

$$d = \frac{M_z(\mathrm{O})}{T_y} = 4\frac{R}{\pi} = 1.2732\,R.$$