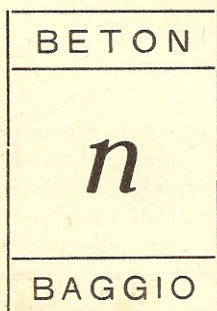


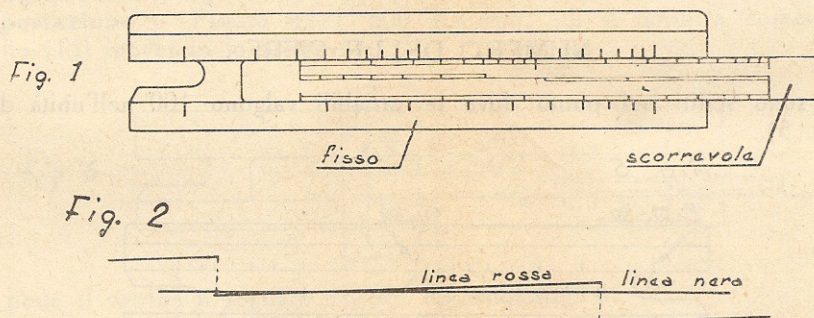
BREVETTO ING. F. M. BAGGIO - Via Pezzotti 16 - MILANO - Tel. 381228



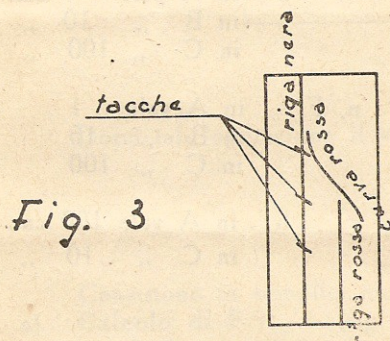
*Regolo Calcolatore
per Cemento Armato
"n-universale",*

DESCRIZIONE

È il normalissimo regolo calcolatore logaritmico di uso comune, dotato delle solite scale: quadrati, cubi, logaritmi, ecc. (fig. 1) nulla è stato tolto, soltanto la scala dei reciproci è spezzata in due per lasciare passare due linee, una nera e una rossa, attraversanti il regolo in senso diagonale. La linea rossa è prolungata alle due



estremità, con opportuno spostamento, per comprendere un campo maggiore (fig. 2). La particolarità precipua di questo regolo è dovuta al **corsoio** dotato di uno speciale **vetrino** (fig. 3). Notiamo in quest'ultimo la solita riga nera per le letture ed una riga rossa ad essa parallela che serve come di consueto a dare l'area del cerchio fissato il raggio. Vi sono in più soltanto tre tacche a crocetta sulla riga nera ed una curva rossa da un lato. La mobilità del vetrino in senso trasversale lo differenzia sostanzialmente da quello degli altri comuni regoli.



SIMBOLOGIA

Si assumono come simboli delle variabili che entrano in giuoco nel calcolo del C. A. i seguenti:

σf = sollecitazione unitaria del ferro Kg/cm².

σb = " " " beton "

n = rapporto dei moduli di elasticità $E_f : E_b$

h = altezza utile della sezione cm.

b = larghezza " " "

M = momento flettente Kgm.

$F^0_{/00}$ = armatura tesa in permille della sezione

Z = braccio di leva del momento delle forze interne = zh

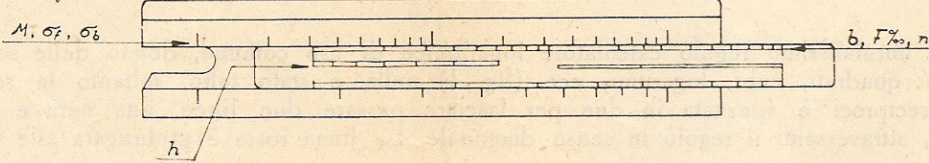
X = distanza dell'asse neutro dal lembo compresso = xh

Il momento flettente, la sollecitazione unitaria del ferro e del beton si leggono sulla scala fissa superiore contrassegnata appunto con le lettere M , σf , σb (si vedrà dopo il perchè σb è scritto a metà della scala).

La larghezza della sezione, il fattore n e l'area del ferro in permille della sezione, si leggono sulla scala mobile superiore contrassegnata con b , $F^0_{/00}$, n .

L'altezza utile della sezione si legge sulla scala dei reciproci che è contrassegnata con h (fig. 4).

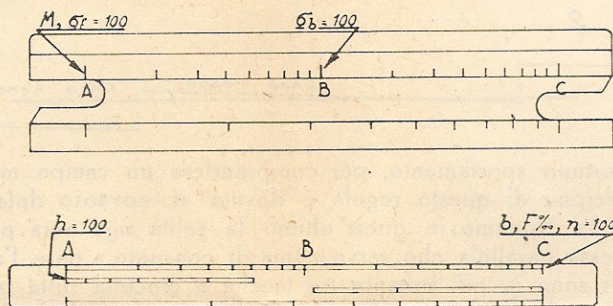
Fig. 4



NUMERO DELLE CIFRE

I simboli sono scritti nel punto dove le variabili valgono 100 nell'unità di misura scelta (fig. 5).

Fig. 5



Più precisamente :

M in A vale 100 Kgm.
in B „ 1.000 „
in C „ 10.000 „

σ_f in A vale 100 Kg/cmq.
in B „ 1.000 „
in C „ 10.000 „

σ_b in A vale 10 Kg/cmq.
in B „ 100 „
in C „ 1.000 „

b in A vale 1 cm.
in B „ 10 „
in C „ 100 „

n, $F\%$ in A vale 1
in B „ 10
in C „ 100

h in A vale 100 cm.
in C „ 10 „

RISOLUZIONE DEI PROBLEMI DEL C. A.

Con il Regolo "*n-universale*", si risolvono tutti i problemi relativi alla flessione semplice a semplice armatura per la sezione rettangolare, nel senso più lato della parola. Pertanto si applica con somma facilità ai casi di flessione semplice a doppia armatura, flessione composta, sezione a T.

La possibilità di impostare qualunque n in tutti questi calcoli è la caratteristica principale di tale regolo.

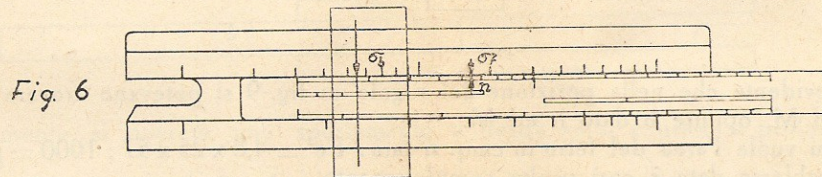
1° **Problema** - Dati σf , σb , n , h , b , trovare $F^{\circ}/_{\infty}$, M .

Es. $\sigma f = 1.800 \text{ Kg/cm}^2$. $\sigma b = 55 \text{ Kg/cm}^2$. $n = 15$ $h = 57 \text{ cm}$. $b = 25 \text{ cm}$.

Operazioni base

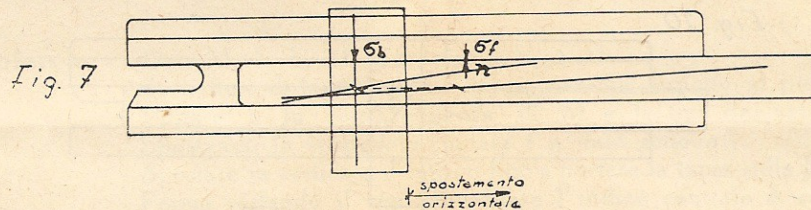
Consistono nelle seguenti due operazioni:

- a) **Impostazione** - Fissato σf (1.800 Kg/cm^2) gli si porta a coincidenza l' n scelto (15) movendo lo scorrevole.



Si porta il vetrino a segnare σb (55 Kg/cm^2) (fig. 6).

- b) **Arroccamento del vetrino** - E' una operazione puramente meccanica: Spostare il vetrino in verticale fino a che la tacca di mezzo (si vedrà poi che le altre due servono soltanto in casi speciali) coincida con la linea rossa. Spostare il vetrino in orizzontale fino a che la tacca coincida con la linea nera. (fig.7).

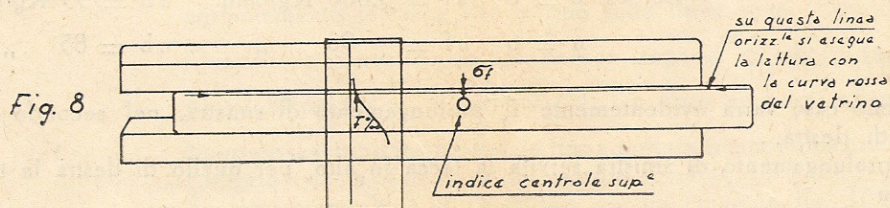


Dopo tale operazione il vetrino non si muoverà più.

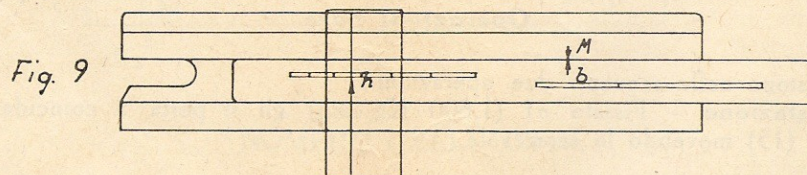
Operazioni di calcolo

Consistono in semplici movimenti dello scorrevole.

- a) **Calcolo di $F^{\circ}/_{\infty}$** - (fig. 8). Portare l'indice centrale superiore (contrassegnato con la freccia $\blacktriangle$) a coincidere con σf scelta. (vedi OSSERVAZIONI). La curva rossa del vetrino segnerà il $F^{\circ}/_{\infty}$ (4,8). Tale lettura va eseguita sulla linea orizzontale dello scorrevole segnata con due frecce rosse $\rightarrow$ $\leftarrow$



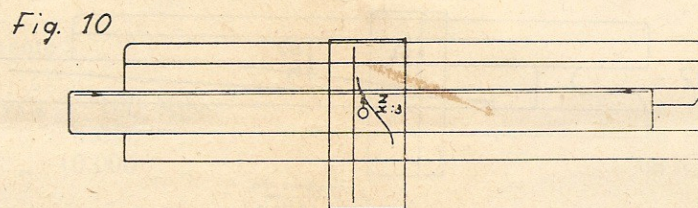
- b) **Calcolo di M** - (fig. 9) Sempre muovendo lo scorrevole si porta h (57 cm.) sulla linea nera del vetrino.
Il b scelto (25 cm.) segnerà l'M cercato (6.300 Kgm.)



E' evidente che nella posizione del regolo di fig. 9 si potevano trovare h dato b ed M, oppure b dato h ed M.

Se si vuole l'area del ferro in cmq. si farà: $Fe = 4,8 \times 25 \times 57 : 1000 = 6,9$ cmq.
Il problema dato è così risolto completamente.

- c) **Calcoli supplementari** - (fig. 10) Sempre muovendo lo scorrevole si porta l'indice centrale superiore a coincidere con la curva rossa del vetrino. La riga nera del vetrino darà $z = 0,89$; $x : 3 = 0,11$.
Vorrà dire che il braccio di leva sarà: $Z = 0,895 \times 57 = 51,0$ cm. e l'asse neutro disterà dalla fibra compressa: $X = 0,105 \times 3 \times 57 = 17,9$ cm.



Si ricorda di passata che la sezione del ferro si potrebbe calcolare con

$$Fe = \frac{M}{Z \times \sigma_f} = \frac{6300}{0,51 \times 1800} = 6,9 \text{ cmq.}$$

Le tacche del vetrino - Per valori molto grandi o molto piccoli delle variabili può darsi che si debbano usare i due prolungamenti della linea rossa dello scorrevole.

$$\begin{array}{lll} \text{Per es. } n = 8 & \sigma_f = 3.000 \text{ Kg/cmq.} & \sigma_b = 35 \text{ Kg/cmq.} \\ n = 6 & \sigma_f = 90 & \sigma_b = 85 \end{array}$$

Nel primo caso varrà evidentemente il prolungamento di sinistra, nel secondo caso quello di destra.

Per il prolungamento di sinistra servirà la tacca in alto, per quello di destra la tacca in basso.

E' ovvio che quando si usa il prolungamento di sinistra si debba operare uno spostamento dello scorrevole di due unità logaritmiche verso sinistra come si vede chiaramente in fig. 11.

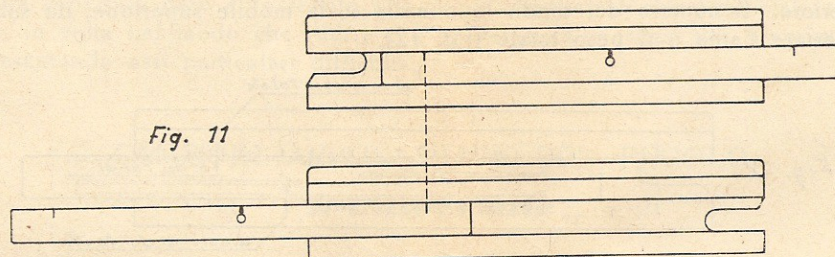


Fig. 11

Analogamente si opererà uno spostamento a destra se si è usato il prolungamento di destra.

Diciamo subito che l'uso dei due prolungamenti viene soltanto effettuato in casi del tutto singolari come lo dimostrano i dati di partenza.

Sicchè essi servono solo per dare al regolo una estrema latitudine di uso.

2° Problema - Dati σf , σb , n , b , M trovare h , $F^0/_{00}$
Si è già notato precedentemente che si opera come al problema 1°

3° Problema - Dati σf , σb , n , h , M trovare b , $F^0/_{00}$ Vale l'osservazione precedente.

4° Problema - Dati M , b , h , σf , n trovare $F^0/_{00}$, σb .
Si tratterà di fare le operazioni a rovescio rispetto al problema 1°
Portare b in corrispondenza di M e la riga del vetrino su h .
Spostando lo scorrevole portare l' n dato sotto σf .
Spostare in verticale il vetrino fino a portare la tacca sulla linea nera.
Fermo restando il vetrino, portare l'indice centrale $\blacktriangle$ sotto il σf .
Leggere il $F^0/_{00}$ sulla curva rossa del vetrino.
Muovendo lo scorrevole riportare l' n sotto σf .
Spostare il vetrino in orizzontale fino a portare la tacca sulla linea rossa.
Leggere con la riga nera del vetrino il σb .
Se interessassero X e Z procedere ancora come in fig. 10.

5° Problema - (Verifica)
Dati M , b , h , n , $F^0/_{00}$, trovare σf , σb .
Portare b in corrispondenza di M e la riga del vetrino su h .
Spostare **contemporaneamente** con la mano sinistra il vetrino in senso verticale e con la destra lo scorrevole, mantenendo costantemente la tacca del vetrino sulla linea nera.

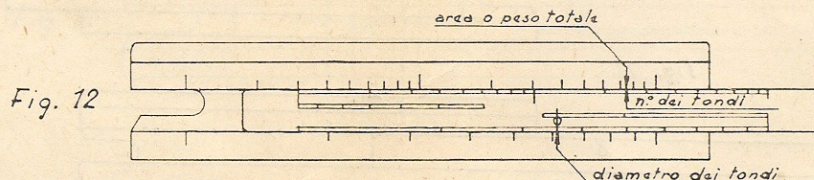
Quando la curva rossa del vetrino segnerà $\frac{n}{10} F^0/_{00}$ (nel caso del problema 1°: $\frac{15}{10} 4,8 = 7,25$), l' n dato segnerà σf cercato.

Spostare il vetrino in orizzontale fino a portare la tacca sulla linea rossa.
Leggere con la riga nera del vetrino il σb .

Se interessano X e Z procedere ancora come in fig. 10.

6° Problema - *Calcolare l'area totale (o il peso totale) di un dato numero di tondi di dato diametro o viceversa.*

Si pone il segno $\varnothing$ -cm.² o il segno $\varnothing$ -Kg. sul diametro dei tondi, letto sulla scala fissa inferiore. Il numero dei tondi, letto nella scala mobile superiore, dà sulla scala fissa superiore l'area o il peso totale (fig. 12).



OSSERVAZIONI

Tutte le operazioni sapradette, lunghe a descriversi, diventano famigliari dopo averle fatte una volta sola.

Nè al calcolatore presenteranno difficoltà i casi speciali che potrà incontrare, per es.:

Per eseguire la posizione della fig. 6 può darsi che il bordo del vetrino non consenta una libera lettura di σf nel punto che si è indicato conveniente per il calcolo del numero delle cifre.

(Per es. per $\sigma b = 85$ Kg./cmq. $\sigma f = 1400$ Kg/cmq. $n = 15$). Si farà coincidere un 15 con un 1400 della scala vicina.

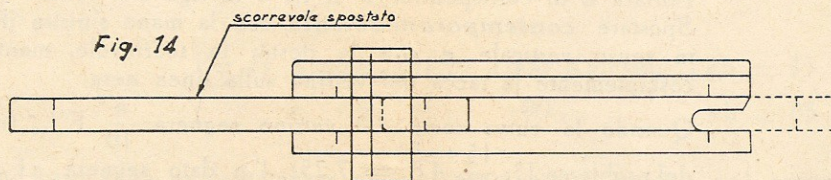
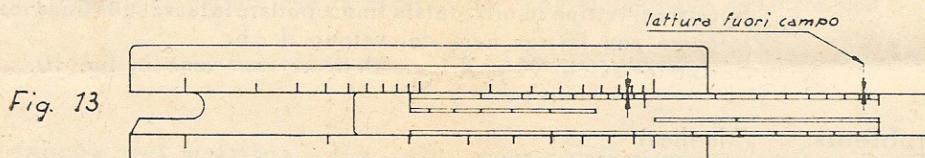
Può succedere di dover impostare delle variabili fuori del campo del regolo. Si faranno spostamenti di unità logaritmiche nelle impostazioni.

Per es. $M = 20.000$ Kgm.

$b = 30$ cm.

Si dovrebbe leggere fuori del regolo. Si leggerà sulla scala contigua (fig. 13) con le scale spostate.

Se si dovesse fare $h = 140$ cm, spostare lo scorrevole di due unità logaritmiche a sinistra (fig. 14 ecc.), ecc.



Può succedere (specialmente lavorando con il prolungamento della linea rossa) che spostando il vetrino per andare ad intersecare con la sua tacca la linea nera e la linea rossa, si vada fuori campo.

Si sposterà lo scorrevole di una o due unità logoritmiche in modo che tale intersezione sia possibile. Soltanto bisognerà tenere conto del numero delle cifre nei risultati che verranno affetti degli stessi spostamenti.

Si ritiene superfluo dare altre regole per questi casi speciali che il calcolatore risolverà di volta in volta nel modo che riterrà più opportuno e consono alle proprie abitudini, non presentando essi particolari difficoltà.

CAMPI DI APPLICABILITÀ DEL REGOLO

“*n-universale*,”

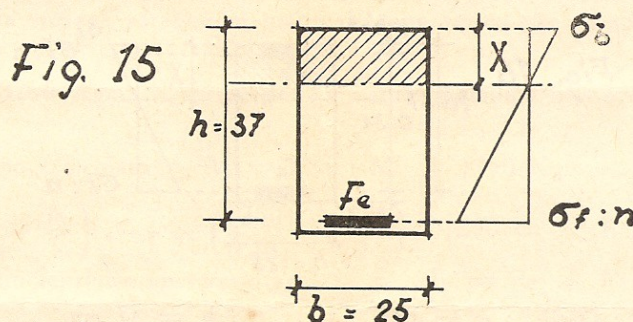
Da quanto precede si è visto come ~~con un tale regolo~~ si risolva con la massima rapidità la flessione semplice.

La soluzione degli altri problemi di armatura doppia, flessione composta, sezione a T, è basata sulla possibilità di tale regolo, di fornire con semplicità, esattezza e rapidità il momento flettente sopportato da una sezione rettangolare per qualunque σ_f e σ_b .

Si riportano qui di seguito vari esempi dimostrativi delle soluzioni dei singoli problemi rimandando ad altra sede la teoria. (*)

ESEMPI

Flessione semplice a semplice armatura



Dati: $n = 12$ $h = 37$ cm.

$\sigma_f = 1850$ Kg/cm² $b = 25$ „

$\sigma_b = 68$ „

Calcolare: Ferro teso F_e cm²; M Kgm.

Si procede come per il problema 1°, secondo le figure 6 - 7 - 8 - 9 - 10.

(*) F. M. BAGGIO - Procedimento di calcolo per Sezioni in cemento armato sollecitate a flessione composta (Il CEMENTO fasc. 2-3 febbraio-marzo 1949).

Operazioni base

Si imposta σ_f ed n coincidenti e il vetrino su σ_b .

Si arrocca il vetrino in verticale e poi in orizzontale.

Operazioni di calcolo Movendo semplicemente lo scorrevole :

Calcolo di Fe - Portato l'indice centrale $\uparrow$ su σ_f si legge sulla curva rossa del vetrino :

$$F_{0/00}^0 = 5,7 \text{ cioè } Fe = 25 \times 37 \times 0,0057 = 5,3 \text{ cmq.}$$

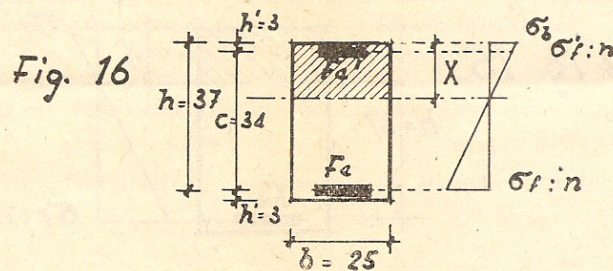
Calcolo di M - Portato $h = 37$ sulla riga nera del vetrino si legge in corrispondenza di $b = 25$ il valore di $M = 3250 \text{ Kgm.}$

Calcolo di X - Portato l'indice centrale sulla curva rossa del vetrino, si legge in corrispondenza della riga nera dello stesso

$$X = 0,10 \times 3 \times 37 = 11,1 \text{ cm.}$$

Flessione semplice con doppia armatura

Per questo e per i problemi seguenti si parte dai dati precedenti per sfruttare la già trovata soluzione.



Dati : $n = 12$ $h = 37 \text{ cm.}$
 $\sigma_f = 1850 \text{ Kg/cmq}$ $b = 25 \text{ ,,}$
 $\sigma_b = 68$ $,,$ $M = 4500 \text{ Kgm.}$

Calcolare: Ferro teso Fe ; Ferro compresso Fe'

Si procede ancora come precedentemente e si ricava che se la sezione fosse a semplice armatura, sarebbe in grado di sopportare il momento :

$$M' = 3250 \text{ Kgm.} \quad \text{per l'armatura metallica : } Fe_1 = 5,30 \text{ cmq.}$$

Calcolo Ferro teso Calcolato $\Delta M = M - M' = 1250 \text{ Kgm.}$

$$\frac{\Delta M}{c} : \sigma_f = \frac{1250}{0,34} : 1850 = \quad Fe_2 = 1,98 \text{ ,,}$$

$$\text{Il ferro in tensione necessario sarà : } Fe = Fe_1 + Fe_2 = 7,28 \text{ cmq.}$$

Calcolo Ferro compresso

$$\text{Calcolato } \sigma'f = n \frac{X - h'}{X} \sigma b = 595 \text{ Kg/cm}^2.$$

Il ferro in compressione necessario sarà:

$$Fe' = \frac{\Delta M}{c} : \sigma'f = 3680 : 595 = 6,15 \text{ cm}^2.$$

Presso flessione

Si riporta soltanto il caso di presso flessione con centro di sollecitazione esterno al nocciolo centrale d'inezia, che viene di solito risolto affrontando una equazione cubica. Il caso del centro di sollecitazione interno al nocciolo si omette, ritenendolo un caso semplice, risolvibile con la nota formola di verifica: $\sigma b = N/Fi \pm Mv/J$.

Per la sezione della figura precedente e con i dati seguenti:

$$\begin{aligned} n &= 12 & h &= 37 \text{ cm.} \\ \sigma f &= 1850 \text{ Kg/cm}^2 & b &= 25 \text{ ,,} \\ \sigma b &= 68 \text{ ,,} & M &= 4500 \text{ Kgm.} \\ \text{Sforzo assiale: } N &= 2000 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Calcolare Ferro teso Fe ; Ferro compresso Fe'

Come precedentemente il Regolo "*n-universale*", è in grado di dare immediatamente il momento che la sezione sarebbe in grado di sopportare, per semplice flessione e semplice armatura e cioè:

$$M' = 3250 \text{ Kgm} \quad \text{per l'armatura metallica di } Fe_1 = 5,30 \text{ cm}^2.$$

Calcolo ferro teso Calcolato $\Delta M = M - M' = 1250 \text{ Kgm}$

$$\left(\frac{\Delta M}{c} - \frac{N}{2} \right) : \sigma f = \left(\frac{1250}{0,34} - \frac{2000}{2} \right) : 1850 = Fe_2 = 1,44 \text{ ,,}$$

Il ferro in tensione necessario sarà: $Fe = Fe_1 + Fe_2 = 6,74 \text{ cm}^2.$

Calcolo ferro compresso - Come per l'esempio precedente $\sigma'f = 595 \text{ Kg/cm}^2$.
Il Ferro in compressione necessario sarà:

$$Fe' = \left(\frac{\Delta M}{c} + \frac{N}{2} \right) : \sigma'f = \left(\frac{1250}{0,34} + \frac{2000}{2} \right) : 595 = 7,85 \text{ cm}^2.$$

Tenso flessione

Anche qui si omette il caso di centro di sollecitazione compreso fra le armature metalliche, in quanto il caso non presenta alcuna difficoltà, bastando disporre il ferro nella zona tesa e compressa, proporzionalmente alla loro relativa distanza dal centro di sollecitazione.

Valgono i dati dell'esempio precedente con la differenza che $N = 2000$ Kg è uno sforzo di trazione.

Come precedentemente il Regolo "*n-universale*", ci darà :

$M' = 3250$ Kgm per l'armatura metallica di $Fe_1 = 5,30$ cmq.

Calcolo Ferro teso $\Delta M = 1250$ Kgm

$$\left(\frac{\Delta M}{c} + \frac{N}{2} \right) : \sigma_f = \left(\frac{1250}{0,34} + \frac{2000}{2} \right) : 1850 = Fe_2 = 2,52 \text{ ,,}$$

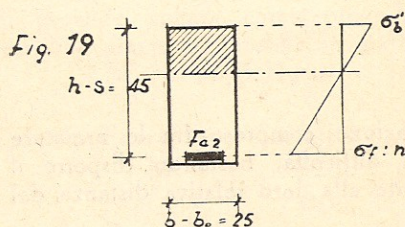
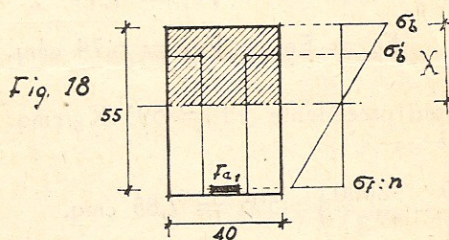
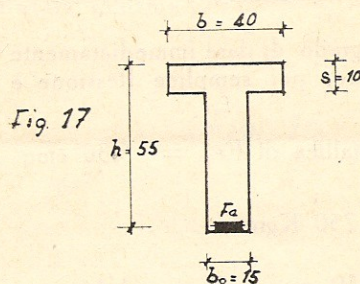
Il ferro in tensione necessario sarà : $Fe = Fe_1 + Fe_2 = 7,82$ cmq.

Calcolo ferro compresso - Come precedentemente $\sigma'_f = 595$ Kg/cmq.

Il ferro in compressione necessario sarà :

$$Fe' = \left(\frac{\Delta M}{c} - \frac{N}{2} \right) : \sigma'_f = \left(\frac{1250}{0,34} - \frac{2000}{2} \right) : 595 = 4,45 \text{ cmq.}$$

Sezione a T Soggetta a flessione semplice



Per la sezione della figura 17 e per i dati :

$$\sigma_f = 1600 \text{ Kg/cmq.}$$

$$\sigma_b = 80 \text{ ,,}$$

$$n = 22$$

Calcolare il momento sopportato M e l'armatura necessaria Fe .

Per la sezione rettangolare 40×55 cm. di figura 18, il Regolo "*n-universale*", dà immediatamente :

$$M_1 = 20500 \text{ Kgm}$$

$$Fe_1 = 12,50 \times 40 \times 55 / 1000 = 27,5 \text{ cm.}^2$$

$$X = 3 \times 0,17 \times 55 = 28,10 \text{ cm.}$$

Per la sezione rettangolare 25×45 cm. di figura 19 si calcola :

$$\sigma'_b = \sigma_b \frac{X-s}{X} = 80 \frac{28,10-10}{28,10} = 51,5 \text{ Kg/cmq}$$

e quindi per :

$$\sigma_f = 1600 \text{ Kg/cmq.}$$

$$\sigma'_b = 51,5 \text{ ,,}$$

$$n = 22$$

e sempre con il Regolo "*n-universale*", si calcola il momento M_2 che tale sezione è capace di sopportare e il ferro necessario Fe_2 :

$$M_2 = 4400 \text{ Kgm} \quad F_{00}^0 = 6,3 \quad F_2 = 6,3 \times 25 \times 45/1000 = 7,1 \text{ cmq.}$$

Il risultato finale cercato sarà:

$$Fe = Fe_1 - Fe_2 = 27,5 - 7,1 = 20,4 \text{ cmq.}$$

$$M = M_1 - M_2 = 20500 - 4400 = 16.100 \text{ Kgm.}$$

Sezione a T soggetta a flessione composta

Con il sistema esposto nel precedente esempio si riesce a trovare il momento che una sezione a T può sopportare e l'armatura necessaria per la flessione semplice. Pertanto, valendoci degli stessi metodi usati per la sezione rettangolare, si risolve facilmente la sezione a T sollecitata a flessione composta.

Riepilogo schematico delle formule risolutive impiegate nei precedenti problemi di flessione composta.

$$\text{Ferro teso} \left\{ \begin{array}{l} \text{presso flessione} \\ \text{tenso flessione} \end{array} \right. \quad Fe = Fe_1 + \left(\frac{\Delta M}{c} \mp \frac{N}{2} \right) : \sigma_f$$

$$\text{Ferro compresso} \left\{ \begin{array}{l} \text{presso flessione} \\ \text{tenso flessione} \end{array} \right. \quad Fe' = \left(\frac{\Delta M}{c} \pm \frac{N}{2} \right) : \sigma_f$$

TIPOGRAFIA
G. B. SIRTORI
MILANO - VIA TANTARDINI 7
TELEFONO 32.187