

**F.lli C. & A. FERRERO**  
Ingegneri - Costruttori

**I S T R U Z I O N I**  
sull'uso del  
**REGOLO CIRCOLARE**  
Logaritmico  
**WASHINGTON**

---

Modello H 39

**REGOLI**  
per il calcolo del  
**CEMENTO ARMATO**  
**SAVONA**

Corso Mazzini, 26  
Casella Pos. 58 - Tel. 20903-21505

ISTRUZIONI  
sul  
Regolo Circolare Logaritmico  
" WASHINGTON " mod. H 39

**TAVOLA DI RIDUZIONE DEL FERRO**  
 Diametro - Peso per ml. di tondino - Sezioni in cm.<sup>2</sup> -

DIAMETRO in mill.	PESO in Kg per mt.	NUMERO DEI TONDINI E CORRISPONDENTE SEZIONE IN CM <sup>2</sup>													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	2.16	2.35	2.55	2.74
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83	3.11	3.40	3.68	3.96
7	0.302	0.38	0.77	1.16	1.54	1.93	2.31	2.70	3.08	3.47	3.85	4.24	4.62	5.01	5.39
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	5.53	6.04	6.54	7.04
9	0.499	0.64	1.27	1.91	2.54	3.18	3.82	4.45	5.09	5.72	6.36	7.00	7.63	8.27	8.90
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.06	7.85	8.64	9.42	10.2	10.9
11	0.746	0.95	1.90	2.85	3.80	4.75	5.70	6.65	7.60	8.55	9.50	10.4	11.4	12.3	13.3
12	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.1	11.3	12.4	13.5	14.6	15.8
13	1.042	1.33	2.66	3.99	5.32	6.65	7.98	9.31	10.6	11.9	13.3	14.6	15.9	17.2	18.6
14	1.208	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.7	12.3	13.8	15.4	16.9	18.4	20.0	21.5
15	1.387	1.77	3.54	5.31	7.08	8.85	10.6	12.3	14.1	15.9	17.7	19.4	21.2	23.0	24.7
16	1.578	2.01	4.02	6.03	8.04	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.1	22.1	24.2	26.1	28.1
17	1.782	2.27	4.54	6.81	9.08	11.35	13.6	15.8	18.1	20.4	22.7	24.9	27.2	29.5	31.7
18	1.998	2.54	5.08	7.62	10.1	12.7	15.2	17.7	20.3	22.8	25.4	27.9	30.4	33.0	35.5
19	2.226	2.84	5.68	8.52	11.3	14.2	17.0	19.8	22.7	25.5	28.4	31.2	34.0	36.9	39.7
20	2.466	3.14	6.28	9.42	12.5	15.7	18.8	21.9	25.1	28.2	31.4	34.5	37.6	40.8	43.9
21	2.719	3.46	6.92	10.3	13.8	17.3	20.7	24.2	27.6	31.1	34.6	38.0	41.5	44.9	48.4
22	2.984	3.80	7.60	11.4	15.2	19.0	22.8	26.6	30.4	34.2	38.0	41.8	45.6	49.4	53.2
23	3.261	4.15	8.30	12.4	16.6	20.7	24.9	29.0	33.2	37.3	41.5	45.6	49.8	53.9	58.1
24	3.551	4.52	9.04	13.5	18.0	22.6	27.1	31.6	36.1	40.6	45.2	49.7	54.2	58.7	63.2
25	3.853	4.91	9.82	14.7	19.6	24.5	29.4	34.3	39.2	44.1	49.1	54.0	58.9	63.8	68.7
26	4.168	5.31	10.6	15.9	21.2	26.5	31.8	37.1	42.4	47.7	53.1	58.4	63.7	69.0	74.3
27	4.495	5.73	11.4	17.1	22.9	28.6	34.3	40.1	45.8	51.5	57.3	63.0	68.7	74.4	80.2
28	4.834	6.16	12.3	18.4	24.6	30.8	36.9	43.1	49.2	55.4	61.6	67.7	73.9	80.0	86.2
29	5.185	6.61	13.2	19.8	26.4	33.0	39.6	46.2	52.8	59.4	66.1	72.7	79.3	85.9	92.5
30	5.549	7.07	14.1	21.2	28.2	35.3	42.4	49.4	56.5	63.6	70.7	77.7	84.8	91.9	98.9
32	6.113	8.04	16.0	24.1	32.1	40.2	48.2	56.2	64.3	72.3	80.4	89.0	97.6	106	115
34	7.127	9.08	18.1	27.2	36.3	45.4	54.4	63.5	72.6	81.7	90.8	99.8	108	118	127
36	7.990	10.1	20.3	30.5	40.7	50.9	61.0	71.2	81.4	91.5	101	111	121	131	141
38	8.903	11.3	22.6	34.0	45.3	56.4	68.0	79.3	90.7	102	113	124	135	146	158
40	9.865	12.5	25.1	37.7	50.2	62.8	75.4	87.9	100	113	125	137	150	162	175

Lo scopo delle calcolatrici " WASHINGTON " è di dare ai tecnici un mezzo rapido e sicuro per calcolare le dimensioni delle strutture in cemento armato correnti nell'edilizia. È altresì un mezzo per sollevarli dal calcolo aritmetico e permettere di scegliere le sezioni più economiche. Aumenta in tal modo il rendimento del loro lavoro e la possibilità di realizzare notevole economie nel materiale.

Il nostro DUCE, possente propulsore di ogni attività ha espresso sinteticamente il suo giudizio con queste parole :

« Tutti i tecnici debbono  
 avere quest'apparecchio »

Esposizione dell'Edilizia  
 Roma 1933 - XIII

## Una formula modesta e molto utile

Nella deformazione a flessione, ritenuta valida l'ipotesi che gli allungamenti e accorciamenti delle fibre siano proporzionali alle distanze di esse dallo strato neutro:

Siano  $i_c$ ,  $\sigma_c$ , l'accorciamento e la sollecitazione unitaria del bordo compresso del cemento;  $i_f$ ,  $\sigma_f$  l'allungamento e la sollecitazione unitaria del ferro teso;  $E_c$ ,  $E_f$  i moduli di elasticità del cemento e del ferro -  $h$  altezza teorica della sezione -  $x$  distanza dell'asse neutro dal bordo compresso.

Si ha:

$$i_c : x = i_f : (h - x)$$

Ritenuta valida la proporzionalità fra allungamenti e sollecitazioni si ha:

$$i_c = \frac{\sigma_c}{E_c}; \quad i_f = \frac{\sigma_f}{E_f} \quad \text{e quindi}$$

$$\frac{\sigma_c}{E_c} : x = \frac{\sigma_f}{E_f} : (h - x) \quad \text{da cui risolvendo}$$

rispetto ad  $x$  ed essendo  $\frac{E_f}{E_c} = m$  (modulo) si ottiene facilmente

$$x = \frac{m}{m + \frac{\sigma_f}{\sigma_c}} h$$

Formula valida per sezioni rettangolari, a T o di forma qualsiasi a semplice o doppia armatura.

## FUNZIONAMENTO

Il quadrante che si vede in fotografia è composto di tanti anelli o corsoi sui quali sono incise le graduazioni logaritmiche dei valori delle variabili e gli indici relativi.

La manovella porta otto bottoni che possono essere sollevati o abbassati impegnandoli colle tacche di ciascun anello. La manovella è rigidamente collegata col primo anello 18, su questo si fa la lettura dei risultati attraverso l'oculare 20 fisso al basamento.

Per eseguire un calcolo si mette l'apparecchio a zero cioè si abbassano i bottoni e ruotando la manovella si impegnano nelle tacche degli anelli. Quindi si porta successivamente a mezzo della manovella ciascun indice (dal 1° all'ultimo) sul valore assegnato alla variabile corrispondente seguendo l'ordine con cui esse sono poste sul quadrante e si disimpegna ogni volta il bottone dalla tacca.

Finita l'impostazione si legge il risultato sotto la linea di fede dell'oculare anzidetto.

Il calcolo si riduce ad una somma algebrica di spostamenti angolari le cui ampiezze corrispondono ai logaritmi di funzioni più o meno complesse delle variabili.

OSSERVARE: I° - Gli indici per il calcolo di sezioni rettangolari e contrassegnati con  $\blacksquare$ ; gli indici per il calcolo di sezioni a T sono pure raggruppati in un altro settore e contrassegnati con un T.

II° - Alcuni anelli hanno delle variabili con graduazioni doppie: nere le interne ed azzurre le esterne.

Per il calcolo delle dimensioni del cemento si portano gli indici in corrispondenza delle graduazioni interne nere risolvendo

in tal modo la formula del cemento  $h = a \sqrt{\frac{M}{b}}$ ; per il cal-

colo della sezione ferro si portano invece gli indici in corrispondenza delle graduazioni esterne azzurre risolvendo in tal

**N. B.** - Nella figura tutti gli indici sono davanti al valore origine delle relative graduazioni.

## Calcolo Momento

- (1) P indice Peso e relativa graduazione in Kg.
- (2) L Lunghezza in metri da m. 0,30 a m. 30
- (3) M Coefficiente del momento flettente da  $\frac{PL}{1}$  a  $\frac{PL}{150}$

## Calcolo di sezioni rettangolari (indici contrassegnati —)

- (4)  $\sigma$  Carico di sicurezza del cemento e del ferro.
- (5) m Modulo da 6 a 20
- (6) b Larghezza della sezione nelle travi rettangolari in cm. da 5 a 100.
- (7)  $\frac{:::}{:::}$  Percentuale armatura in compressione rispetto a quella tesa.

## Calcolo di sezioni a T (indici contrassegnati T)

- (8)  $\sigma$  Carico di sicurezza del cemento e del ferro.
- (9) m Modulo nelle travi a T.
- (10)  $\frac{s}{H}$  Rapporto fra lo spessore della soletta e l'altezza della trave.
- (11)  $\frac{B}{H}$  " " la larghezza di soletta e l'altezza della trave.
- (12)  $\frac{:::}{:::}$  Percentuale armatura in compressione rispetto a quella tesa.

## Calcolo staffe (indice contrassegnato M)

- (13) M (staffe) Coefficiente di correzione del momento flettente per il calcolo delle staffe, nelle travi rettangolari e a T.

## Calcolo pilastri (indici contrassegnati ::)

- (14)  $\frac{L}{a}$  Rapporto tra la lunghezza libera d'inflessione e il lato minore.
- (15)  $\%$  F Percento ferro.
- (16)  $\sigma$  Carico di sicurezza del cemento.
- (17) m Modulo.
- (18) Graduazione dei risultati; quest'anello è collegato rigidamente alla manovella.
- (19) Graduazione dei pesi in Kg.; quest'anello è rigido al basamento.
- (20) Oculare: La lettura si fa sotto la linea di fede in corrispondenza della sezione calcolata.



modo la formula del ferro  $f = \beta \sqrt{M \cdot b}$ ; per il calcolo della sezione staffe si portano gli stessi indici come per il calcolo del ferro escluso l'indice ( $\delta$ ) dei Momenti; in suo luogo si prenderà l'indice ( $1\delta$ ) per il calcolo delle staffe risolvendo in tal

modo la formula delle staffe  $\omega = \frac{Q \cdot l}{4 k (h - x / \delta)}$ .

Le staffe sono calcolate ammettendo che l'intero sforzo di taglio sia sostenuto solo dal ferro. L'apparecchio tiene già conto che il carico di sicurezza del ferro al taglio è  $\frac{4}{5}$  del carico di sicurezza assunto a tensione.

III.° Se si conosce il Momento per iniziare il calcolo si deve portare l'indice P in corrispondenza del numero che esprime il Momento in Kgdcem (chilogrammi decimetri).

Per esempio  $M = \text{Kgcm. } 100.000 - 500.000 - 1.000.000$ .  
Si deve portare l'indice P su 10.000 - 50.000 - 100.000.

Ciò avviene perchè l'indice M della scala dei coefficienti del momento anzichè essere sull'origine  $\frac{P L}{1}$  della graduazione è

su  $\frac{P L}{10}$ .

La posizione dell'asse neutro ricavata dalla ipotesi della proporzionalità fra allungamenti ed accorciamenti del ferro e del cemento e delle relative distanze dell'asse neutro (ipotesi della conservazione delle sezioni piane) è notoriamente:

$$x = \frac{m}{m + \frac{\sigma_f}{\sigma_c}} h \text{ ed a modulo } 10 \text{ si ha } \frac{10}{10 + \frac{\sigma_f}{\sigma_c}} h$$

## Calcolo di sezioni rettangolari

L'apparecchio dà l'altezza teorica h, la distanza cioè del baricentro dei ferri tesi dalla fibra più compressa.

Ricordare che si devono fare due serie di operazioni:

- per trovare l'altezza si devono portare gli indici sui rispettivi valori delle graduazioni NERE,
- per trovare la sezione ferro e la sezione ferro staffe rifare il calcolo e portare gli indici sugli analoghi valori di prima ma sulle graduazioni AZZURRE.

N. B. - La sezione  $\omega$  staffe è la sezione totale per resistere allo sforzo tangenziale orizzontale per metà trave. Se si vuole tener conto della resistenza al taglio dei ferri piegati si deve dedurre da  $\omega$  la sezione dei ferri piegati amplificati di 1,41 ( $= \sqrt{2}$ ).

**ATTENZIONE:** Portato un indice non muovere la manovella finchè non si è individuato l'indice successivo che è già in corrispondenza della relativa graduazione.

### ESEMPIO I.

Calcolo di una striscia di soletta di luce m. 5.00 di larghezza  $b = 100$  cm. che deve reggere fra sovraccarico e peso proprio Kg. 3000. Sia semincastrata (momento  $\frac{1}{12}$ ). Carichi di sicurezza del cemento e del ferro 40 - 1200 Kg. per cm.<sup>2</sup>; modulo 10.

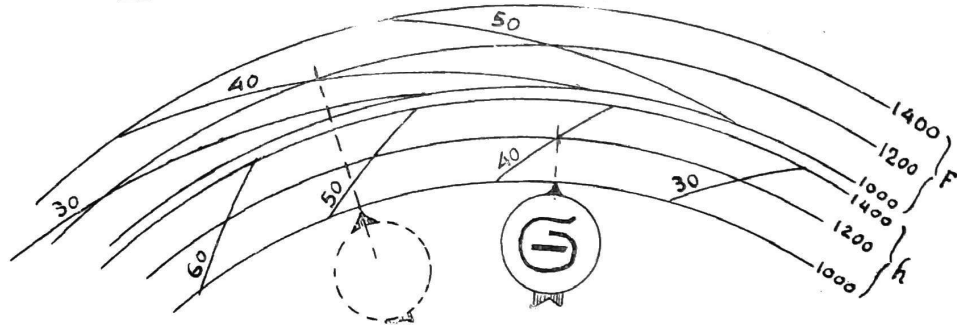
### PROCEDIMENTO

Tutti i corsoi solidali alla manovella:

- Si porta l'indice P su Kg. 3000 e si alza il bottone P.
- Si porta l'indice L su m. 5 e si alza il bottone L.
- Si porta l'indice M su  $\frac{1}{12}$  e si alza il bottone M.

### Calcolo dell'altezza

- 4) Si porta l'indice  $\sigma$  solette (vedere figura) sul punto di incrocio dell'arco 1200 con la curva 40 dei carichi di sicurezza (graduazione NERA).



LETTURA: Gli altri indici essendo già sui valori dati (m su 10, b su 100 e :::: doppia armatura su zero) si fa la lettura, sull'anello esterno attraverso l'oculare in corrispondenza del solido solette (graduazione NERA)  $h = \text{cm. } 16,5$ .

### Calcolo della sezione ferro

- 5) Si porta l'indice  $\sigma$  solette (vedere figura posizione punteggiata sul punto di incrocio dell'arco 1200 con la curva 40 dei carichi di sicurezza (graduazione AZZURRA).

LETTURA: analogamente a quella fatta sopra (graduazione AZZURRA)  $f = \text{cmq. } 6,80$ .

### Calcolo della sezione staffe

N. B. - Trattandosi di una soletta difficilmente lo sforzo di taglio supera 2 Kg. per cmq. per cui non occorrono staffe.

- 6) Si abbassa il bottone M e si impegna nel rispettivo anello. Si porta l'indice M (13) correzione staffe sul valore  $\frac{1}{12}$  della graduazione AZZURRA contrassegnata — (solette) e si alza il bottone M.

- 7) Si rifà l'operazione 5<sup>a</sup>.

LETTURA: analogamente a quelle precedenti:  $\omega = \text{cmq. } 12,75$ .

### Variante: Modifica dello spessore

Si vuole per esempio  $h = \text{cm. } 14$ , oppure  $h = \text{cm. } 12$ . Dopo l'operazione 5) si ruota la manovella finché nell'oculare sotto la linea di fede compare il valore 14 oppure il valore 12. L'indice  $\sigma$  solette segna i valori  $\sigma_f$ ,  $\sigma_c$ , da assumere per ottenere l'altezza prestabilita e cioè:

per $\sigma_f = 1000$	$\sigma_c = 46$	oppure $\sigma_c = 27$
$\sigma_f = 1200$	$\sigma_c = 50$	$\sigma_c = 29$
$\sigma_f = 1400$	$\sigma_c = 53$	$\sigma_c = 31$

ed innestando gli archetti per valori di  $\sigma_f$  superiori a 1400 (attenzione innestando a non fare ruotare l'anello)

per $\sigma_f = 1600$	$\sigma_c = 56$	oppure $\sigma_c = 33$
$\sigma_f = 1800$	$\sigma_c = 59$	$\sigma_c = 35$
$\sigma_f = 2000$	$\sigma_c = 62$	$\sigma_c = 37$

Si ottengono in tal modo tutte le coppie di valori  $\sigma_f$ ,  $\sigma_c$  soluzioni del valore  $h$  fissato.

### Calcolo della sezione ferro

Scelta la coppia che soddisfa alle esigenze di stabilità e di economia per esempio 1800/59 oppure 1800/35.

Si rifà l'operazione 5): con la coppia di valori 1800/59 si ottiene  $f = \text{cmq. } 5,50$ ; con la coppia di valori 1800/35 si ottiene  $f = \text{cmq. } 3,50$ .

### ESEMPIO II.

Calcolare una trave rettangolare di luce m. 6 che deve reggere fra sovraccarico e peso proprio Kg. 12.000 (Kg. 2000 per metro lineare). Si consideri un coefficiente d'incastro  $\frac{1}{8}$ ; carichi di sicurezza del cemento e del ferro 50/1400;  $m = 10$ ;  $b = 30$ .

### PROCEDIMENTO

Tutti i corsoi solidali alla manovella:

- 1) Si porta l'indice P su Kg. 12.000 e si alza il bottone P.
- 2) " " " L su m 6 e si alza il bottone L.
- 3) " " " M su  $\frac{1}{8}$  e si alza il bottone M.

### Calcolo dell'altezza

- 4) Si porta l'indice  $\sigma$  solette sul punto di incrocio dell'arco 1400 con la curva 50 dei carichi di sicurezza (graduazioni NERE) e si alza il bottone.
- 5) Si alza il bottone m (l'indice è già sul valore 10 - graduazioni NERE).
- 6) Si alza il bottone s (nel calcolo di sezioni rettangolari le due frecce nere devono sempre collimare).
- 7) Si porta l'indice b sul valore 50 (graduazioni NERE).
- 8) Poichè l'indice ::: è già sul valore zero (*zero armatura in compressione*), si fa la lettura sull'anello esterno attraverso l'oculare in corrispondenza del solido solette,  $h = \text{cm. } 70$ .

### Calcolo della sezione ferro

Essendo invariato il momento si lasciano sollevati i bottoni P, L, M, si abbassano tutti gli altri e si impegnano nei rispettivi anelli, quindi:

- 4') Si porta l'indice  $\sigma$  solette sul punto di incrocio dell'arco 1400 con la curva 50 dei carichi di sicurezza graduazioni AZZURRE e si alza il bottone  $\sigma$ .
- 5') Si alza il bottone m (l'indice è già sul valore 10 graduazioni AZZURRE).
- 6') Si alza il bottone s (le due frecce nere devono collimare).
- 7') Si porta l'indice b sul valore 50 graduazioni AZZURRE.
- 8') Poichè l'indice ::: è già sul valore zero, si fa la lettura sulle graduazioni AZZURRE,  $f = \text{cmq. } 10,2$ .

### Calcolo della sezione staffe

Come per il calcolo della sezione ferro si abbassano i bottoni  $\sigma - m - s - b$  in più anche M impegnandoli nelle tacche degli anelli. Si porta l'indice (13) M correzione staffe sul valore  $\frac{1}{8}$  della graduazione contrassegnata solette.

Si ripetono le stesse operazioni 4' - 5' - 6' - 7' fatte per il calcolo della sezione ferro (graduazioni AZZURRE).

In ultimo si legge  $\omega = \text{cmq. } 12,5$ .

### VARIANTI

- A) Se è noto il momento flettente (nell'esempio 900.000 Kgcm.) si porta l'indice P su 90.000 (momento espresso in Kgdcn.) e si alzano i bottoni P - L - M e si prosegue il calcolo come sopra.
- B) Fatto il calcolo dell'altezza si vuol prendere  $b = 25$  anzichè 50. Si rifà l'operazione 5) e si legge  $h = \text{cm. } 77$ . Si procede quindi al calcolo del ferro come sopra tenendo  $b = 25$  si ottiene:  $f = \text{cmq. } 9$   $\omega = \text{cmq. } 12,5$ .
- C) Si vuol tenere  $b = 25$  cm. ed  $h = \text{cm. } 65$  (abbassare cioè la trave di 12 cm.) occorrerà mettere del ferro in compressione. Perciò:
- 5) Si porta l'indice b sul valore 25 e si alza il bottone b.
- 6) Si ruota la manovella finchè sotto la linea di fede si legge  $h = \text{cm. } 65$  l'indice della doppia armatura ::: (solette) si troverà in corrispondenza del valore 0,75 cioè  $\frac{f'}{f} = 0,75$ .  
Per il calcolo del ferro si procede come nell'esempio ed inoltre:
- 5') Si porta b su 25 graduazioni AZZURRE e si alza il bottone b.
- 6') Si porta l'indice ::: su 0,75 graduazioni AZZURRE.  
Si legge  $f = \text{cmq. } 10,9$  e quindi  $f' = 0,75 f = 0,75 \times 10,9 = 8,17$  cmq. ed analogamente  $\omega = \text{cmq. } 13,5$ .
- D) Calcolo del momento flettente.  
Si conosce il carico per ml. Kg. 2000.  
PROCEDIMENTO: 1) Si porta l'indice P su 2000 e si alza il bottone P.  
2) Si deve fare il quadrato di L cioè sommare due volte l'arco logaritmico da 1 e 6 perciò si porta L su 6 indi si spinge il primo corsoio mobile riportando l'origine 1 delle lunghezze davanti all'indice L (notare che l'indice P ha preso la posizione PL cioè  $2000 \times 6 = 12.000$ ) e si riporta colla manovella l'indice L su 6 e si alza il bottone L. Volendo tenere conto della luce teorica si riporta l'indice L su  $6 \times 1,05 = 6,30$ .
- 3) Si porta l'indice M su  $\frac{1}{8}$ .
- 4) La radiale passante per la posizione assunta dall'indice M taglia la graduazione dell'anello dei carichi nel valore del momento espresso in Kgdm. Volendo leggere tale valore con maggiore esattezza senza far muovere la manovella si spinge la tacca del primo anello mobile a bloccarsi nel bottone P. L'indice P si troverà davanti al valore del momento in Kgdcn. cioè 90.000.



## Sezioni di altezza prefissata

### Esempio di calcolo indiretto

Noto il momento e note le dimensioni  $b$  ed  $h$  del beton determinare la sezione ferro occorrente in modo da non superare il limite massimo dei carichi di sicurezza del cemento e del ferro. Quali sono le soluzioni possibili? Quali le più economiche?

È il caso più comune della pratica e che nella pratica si risolve per successivi tentativi. Infatti consideriamo le due formule di calcolo:

$$1) \quad h = \alpha \sqrt{\frac{M}{b}}; \quad 2) \quad f = \beta \sqrt{M \cdot b}$$

Interessa sapere la quantità di ferro necessaria data dalla formula (2).  $\beta$  è pure incognita poichè è funzione dei carichi di sicurezza che non si conoscono e del modulo noto.

Ordinariamente si suppone di dare dei valori a  $\sigma_f$  e  $\sigma_c$  e si controlla se questi soddisfano la formula (2) e anche la formula (1).

Nella Washington si considera invece la sola formula (1) e poichè in essa  $M$ ,  $b$ ,  $h$ , ed  $m$  sono noti; rimangono incognite le infinite coppie  $\sigma_f$  e  $\sigma_c$  che risolvono detta formula, coppie che facilmente si determinano e tutte contemporaneamente colla WASHINGTON. Di esse si sceglie quindi la più idonea economicamente e introdotta nella formula (2) si ricava la sezione  $f$  che aggrada.

### ESEMPIO III°

Il momento che sollecita una sezione rettangolare sia Kgcm. 1.000.000 e siano le dimensioni  $b = 30$ ;  $h = 70$ .

- 1) Si porta l'indice  $P$  su 100.000 e si sollevano i bottoni  $P$ ,  $L$ ,  $M$ .
- 2) Non si conoscono i carichi di sicurezza  $\sigma_f$ ,  $\sigma_c$  e non si può proseguire, allora si ruota la manovella con i rimanenti corsoi impegnati, fino a leggere nell'oculare  $h = 70$  (non si badi alla lettura  $f$ ).

- 3) Sollevare tutti i bottoni tranne quello della doppia armatura in modo che i corsoi possano ruotare liberamente nella loro sede.
- 4) Si vuole: I.) 0% ferro in compressione (il valore zero dell'8° anello è già davanti al suo indice). II.)  $b = 30$ ; si spinge l'anello VII della graduazione  $b$  in modo che il valore 30 NERO si porti in corrispondenza dell'indice  $b$ ; III.) la freccia nera del 6° anello si spinge davanti alla posizione che ha assunto la freccia corrispondente del 7° anello. IV.) il valore 10 NERO della graduazione del modulo del 5° anello si spinge davanti alla posizione assunta dall'indice  $m$ .
- 5) Sulla graduazione NERA dei carichi di sicurezza in direzione della posizione assunta dall'indice  $\sigma$  si leggono i valori abbinati dei carichi di sicurezza che risolvono la trave desiderata cioè 1000/47 - 1200/50 - 1400/53 e sovrapponendo i settori per carichi di sicurezza  $\sigma_f$  inferiori e superiori si leggono le coppie: 900/45,5 - 700/42 - 500/38 - 1600/57 - 1800/60 - 2000/62,5.  
Si è con ciò determinata la posizione che avrebbe dovuto assumere l'indice  $\sigma$  qualora nel calcolo diretto fosse stata assunta per carichi di sicurezza una qualunque delle coppie sopra scritte.

### Calcolo della sezione ferro

Delle coppie di valori  $\sigma_f$  e  $\sigma_c$  sopra trovate si sceglie quella che soddisfa alle esigenze di economia e di stabilità e si fa il calcolo della sezione ferro come già detto all'esempio I:

- a) si impegnano colla manovella tutti i corsoi salvo  $P$ ,  $L$ ,  $M$  (il momento rimane immutato) e si porta l'indice  $\sigma$  delle travi rettangolari sulla coppia dei valori dei carichi di sicurezza assunti per es. 1200/50 graduazione AZZURRA e si solleva il bottone  $\sigma$ .
- b) si solleva il bottone  $m$  essendo l'indice  $m$  su 10 graduazione AZZURRA.
- c) si alza il bottone  $s$  (le frecce nere devono collimare).
- d) si porta  $b$  su 30 della graduazione AZZURRA.
- e) sotto la linea di fede sulla graduazione AZZURRA si legge  $f = \text{cmq. } 13$ .

Cambiando la coppia dei carichi di sicurezza per es. 1800/60 applicato il settore adatto si rifanno colla manovella le operazioni a) b) c) si legge  $f = \text{cmq. } 8,80$ .

#### Altre Soluzioni

Supponiamo che tutte le coppie dei carichi di sicurezza dell'esempio precedente non aggradino. Si voglia la coppia 1200/40.

Fatte le operazioni 1) 2) 3) 4) 5) si vede che l'indice  $\sigma$  è in corrispondenza di valori troppo alti dei carichi di sicurezza. Poichè si vuole 1200/40 si spinge l'indice  $\sigma$  in corrispondenza di detta coppia di valori il modulo assume il valore 20 circa. Se si potesse adottare questo valore la soluzione è trovata; mantenendo il modulo 10 (*spingere l'indice m davanti a 10 e riportare la freccia nera del 7° anello davanti la corrispondente del 6°*) si trova  $b = 45$ ; se non è possibile allargare la trave a 45 si spinge l'indice b in corrispondenza del valore 30, l'indice doppia armatura assume la posizione  $\frac{f'}{f} = 0,80$ .

**Riassumendo:** sempre operando colla formula dell'altezza (indici rossi su scale NERE settore travi rettangolari) il Tecnico ha sott'occhio tutti i valori che possono assumere le diverse variabili e adottare a suo gradimento la migliore soluzione. Nel caso sopraesposto desiderando i carichi di sicurezza 1200/40 basterebbe cambiare il modulo a 20; se non può farlo basta aumentare la larghezza da 30 a 45 cm.; se vuole mantenere  $b = 30$  deve mettere in compressione 80% del ferro teso. Se può allargare la trave a 35 cm. basta mettere in compressione il 50%; recupera cioè come ferro il 25% del ferro teso ma aumenta la cubatura del beton da 50 a 35 cm.

Scelte ora una o più serie di valori che ci aggradano si ricomincia per ogni serie di valori il calcolo come in a) b) c) (operando sulle graduazioni AZZURRE).

Per le serie dei valori:

1200/40  $m = 10$   $b = 45$  si ottiene  $f = \text{cmq. } 13$ .

1200/40  $m = 10$   $b = 35$   $\frac{f'}{f} = 0,50$  si ottiene  $f = \text{cmq. } 12,70$

$f' = 0,50 \times 12,70 \text{ cmq. } 6,35$ .

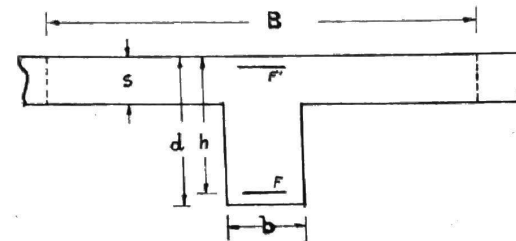
1200/40  $m = 10$   $b = 30$   $f'/f = 0,80$  si ottiene  $f = \text{cmq. } 12,70$   
 $f' = 12,7 \times 0,80 = \text{cmq. } 10,16$ .

## Calcolo di sezioni a T

N. B. - La larghezza B di soletta da considerarsi solidale colla nervatura è fissata dai diversi regolamenti. Per il regolamento italiano B è fissata nella minore delle seguenti dimensioni:

- $B \leq L$  interasse fra le nervature.
- $B \leq 16 s$  sedici volte lo spessore della soletta.
- $B \leq 8 b_0$  otto volte la larghezza della nervatura.
- $B \leq 4 H$  quattro volte l'altezza della trave compreso lo spessore della soletta.

Se invece una soletta sporge a sbalzo da una nervatura, la larghezza B della sporgenza da riguardarsi come partecipante all'inflessione della nervatura non si riterrà maggiore delle seguenti dimensioni:



$3 b_0$ ;  $6 s$ ;  $1,5 H$

### Procedimento generale di calcolo

Supposta prefissata l'altezza della sezione il problema si riporta a quanto detto per le sezioni rettangolari (vedi pagina 8)

Fissata l'altezza sono pure noti i rapporti  $\frac{s}{H}$ ,  $\frac{B}{H}$  ed è incognita la coppia dei carichi di sicurezza del cemento e del ferro che soddisfano le dimensioni imposte. Col procedimento esposto per le sezioni rettangolari, riferendosi al settore del quadrante che riguarda le sezioni a T, operando sulle scale NERE si trovano le coppie dei carichi che soddisfano. Scelta di queste quella che più risponde alle esigenze economiche si procede al calcolo della sezione ferro con procedimento diretto operando sulle scale AZZURRE.

N. B. - Nelle travi a T le variabili dell'altezza sono: P, L, M,  $\sigma_f$ ,  $\sigma_c$ , m, s, B, :::: corrispondenti ai corsi del quadrante. I valori s, B sono espressi nell'apparecchio dai rapporti  $\frac{s}{H}$ ,  $\frac{B}{H}$  si sono cioè resi funzione di H. I valori origine sono quelli davanti agli indici rispettivi quando la manovella è solidale coi corsi. Si è preso:

$\frac{s}{H} = 0,25$ ,  $\frac{B}{H} = 3$ ; l'asse neutro per questi valori è pressapoco tangente al bordo inferiore della soletta (*caso ideale*).

Il massimo valore di  $\frac{s}{H}$  è 0,25; per valori superiori si porta l'indice  $\frac{s}{H}$  sempre su 0,25 essendo l'asse neutro compreso nello spessore della soletta.

Qualora dopo il calcolo della sezione a T si verifichi  $\frac{s}{H} \geq \frac{x}{H}$  si può rifare il calcolo come sezione rettangolare assumendo  $b = B$ . La posizione della  $x$  (vedi pag. 2) è data da:

$$x = \frac{m}{m + \frac{\sigma_f}{\sigma_c}} H \text{ ed a modulo 10 si ha: } x = \frac{10}{10 + \frac{\sigma_f}{\sigma_c}} H$$

Dello spessore  $b$  della nervatura se ne tiene conto implicitamente nell'apparecchio stesso. A seconda della maggiore o minore altezza della sezione lo spessore anzidetto varia tra 0,30 e 0,50 di  $H$ . In tal modo si tiene conto del rettangolo compresso fra l'asse neutro ed il bordo inferiore della soletta, salvo piccole diversità di aree dovute alla differenza fra il valore della costante ed il reale valore di  $b$  assunto dal tecnico.

### ESEMPIO I.

$$P = 25.000 \text{ kg.} \quad L = m. 6,00 \quad M = \frac{1}{12} PL$$

$$(M = \frac{25.000 \times 6,00}{12} = 1.250.000 \text{ Kgcm.})$$

$m = 10$ ; spessore soletta  $s = \text{cm. } 9$ ; larghezza di soletta che partecipa all'inflessione  $B = \text{cm. } 120$  e si voglia  $H = \text{cm. } 60$  (altezza utile).

### Mezzeria (determinazione dei carichi di sicurezza)

$$\text{Noto } H, \text{ si ha: } \frac{s}{H} = \frac{9}{60} = 0,15 \quad \frac{B}{H} = \frac{120}{60} = 2$$

Messo il calcolatore a zero:

- 1) Si porta l'indice P su Kg. 25.000 e si alza il bottone P;
- 2) Si porta l'indice L su m. 6,00 e si alza il bottone L;
- 3) Si porta l'indice M sul valore  $\frac{1}{12}$  e si alza il bottone M;

(La posizione della manovella è la stessa che se si fosse portato direttamente l'indice P sul momento 1.250.000 ossia sul numero 125.000).

- 4) Si ruota la manovella fino a leggere sulle travi a T l'altezza stabilita  $H = 60$ .
- 5) Si sollevano tutti i bottoni tranne quello della doppia armatura che è fisso in modo che i corsoi possano ruotare liberamente sulla loro sede.

Si noti che si opera in senso indiretto perciò si devono portare, non gli indici sul valore delle graduazioni relative, ma questi valori in corrispondenza degli indici.

N. B. — Sul quadrante gli indici delle travi a T sono già su una serie di valori che danno la soluzione dei  $\sigma$  per i valori base.

Infatti per i valori: doppia armatura = 0,  $\frac{B}{H} = 3$

( $B = \text{cm. } 180$  invece di 120),  $\frac{s}{H} = 0,25$  ( $s = \text{cm. } 15$  invece di 9) ed  $m = 10$  le coppie dei carichi di sicurezza soluzione sono: 1000/22; 1200/23,5; 1400/25.

- 6) Si vuole: I°) 0% ferro in compressione ed il valore 0 è già davanti al suo indice; II°)  $\frac{B}{H} = 3$ , si spinge l'anello VII della graduazione  $\frac{B}{H}$  e si fa andare il valore 2 (NERO) davanti all'indice  $\frac{B}{H}$ ; IV°)  $\frac{s}{H} = 0,15$ , si spinge il valore 0,15 (NERO)

della graduazione  $\frac{s}{H}$  davanti all'indice rispettivo; V)  $m = 10$ , si spinge 10 NERO della graduazione del modulo  $m$  davanti all'indice rispettivo.

- 7) L'indice  $\sigma$  delle travi a T prende la posizione che indica sulla corrispondente graduazione NERA i valori delle coppie dei carichi di sicurezza che risolvono la trave desiderata e cioè: 1000/34, 1200/36, 1400/38 ed interpolazioni relative.

### Altre soluzioni

Interessante notare che se si desidera lavorare per esempio a 1200/30 occorre tornare indietro coll'indice  $\sigma$  sul valore suddetto ed il modulo acquista il valore 20 circa, riportando il modulo a 10 il valore  $\frac{s}{H}$  diventa 0,25 (cioè *occorrerebbe dare uno spessore alla soletta di  $0,25 \times 60 = \text{cm. } 15$* ); riportando il valore  $\frac{s}{H}$  a 0,15 si ha  $\frac{B}{H} = 2,75$ . In quest'ultimo caso si vede che per abbassare il carico di sicurezza del beton da 36 a 30 (1200/36 a 1200/30) bisogna che B aumenti a  $2,76 \times 60 = \text{cm. } 165$  cioè allargare la soletta partecipante, se possibile, di 45 cm. Se non è possibile occorre mettere ferro in compressione: portando l'indice  $\frac{B}{H}$  davanti a 2 si ha doppia armatura  $f'/f = 0,50$ .

### Calcolo della sezione ferro

Ottenute le coppie dei valori dei carichi di sicurezza  $\sigma_f, \sigma_c$  che soddisfano se ne sceglie una (la più conveniente) e si fa un semplice calcolo diretto.

- 1) Si bloccano colla manovella tutti i corsoi salvo P, L, M, e si porta l'indice  $\sigma$  delle travi a T davanti al valore della coppia scelta per es. 1200/36 della scala AZZURRA.
- 2) L'indice  $m$  è già sul valore 10 scala AZZURRA.
- 3) "  $\frac{s}{H}$  si porta su 0,15 " "
- 4) "  $\frac{B}{H}$  si porta su 2 " "

- 5) Nell'oculare si legge in corrispondenza di F scala AZZURRA cmq. 18,20.

### Calcolo della sezione staffe

(La sezione staffe è data per metà trave)

Si bloccano colla manovella tutti i corsoi a partire da M. Si deve portare M staffe sul coefficiente 1/12 (fare attenzione di prendere la graduazione AZZURRA contrassegnata con un T) indi tutti i successivi indici sugli stessi valori del calcolo della sezione ferro come fatto sopra, nell'oculare si legge  $\omega = \text{cmq. } 32,5$ . Per tutta la trave sarà cmq. 65.

### Altre soluzioni

(Per ogni soluzione rifare il calcolo della sezione ferro ed il calcolo della sezione staffe).

Per le serie di valori:

$$1200-30; m = 10; \frac{s}{H} = 0,15; \frac{B}{H} = 2,75 \text{ si ottiene } f = 18,20; \omega = 32,5.$$

$$1200-30; m = 10; \frac{s}{H} = 0,15; \frac{B}{H} = 2, \frac{f'}{f} = 0,50 \text{ si ottiene:}$$

$$f = \text{cmq. } 18,20; f' = 0,50 \times 18,20 = \text{cmq. } 9,10; \omega = \text{cmq. } 32,5.$$

### Calcolo diretto in mezzeria

Per il calcolo alla mezzeria delle sezioni a T si fa il calcolo diretto solito fino alla variabile modulo. I valori  $\frac{s}{H}$  e  $\frac{B}{H}$  non sono ancora noti perchè H è incognita, si può però fare a questo punto una lettura di H (quella per i valori base 0,25 e 3) ed eseguire i due rapporti  $\frac{s}{H}, \frac{B}{H}$ . Portati questi due valori si legge una seconda altezza H'. Se fra questa nuova lettura e la H precedente ci fosse ancora differenza si fanno nuovamente i due rapporti  $\frac{s}{H}, \frac{B}{H}$  e portati questi due nuovi valori si fa di nuovo la lettura dell'altezza e ciò fino a che non si arriva ad una lettura H che coincide col valore dell'altezza posta a denominatore degli ultimi rapporti.

N. B. - Si può accelerare il calcolo dopo la 1ª lettura ritoccando H in senso opportuno prima di eseguire i rapporti.

## Calcolo dei Pilastri

L'apparecchio calcola pilastri caricati centricamente.

Per i pilastri si fanno due letture: il lato del pilastro e la sezione ferro. Poichè la sezione ferro è calcolata con base 1 % della sezione aggiungendo due zeri ai numeri di detta scala si ottiene l'area cioè il quadrato dei numeri della scala nera. Si leggeranno perciò sempre due risultati contemporanei il lato del pilastro sulla scala nera, l'area della sezione sulla scala azzurra. Quando si calcola coll'1 % di ferro la seconda lettura dà anche la sezione ferro.

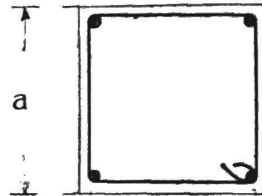
Nel rapporto  $\frac{L}{a}$  si intende: L lunghezza libera di flessione; a dimensione trasversale minima della sezione assunta. Non si ha presso flessione (carico di punta) fino a quando tale rapporto è inferiore a 15.

### ESEMPIO I.º

Calcolare un pilastro che debba reggere un peso di Kg. 50.000 alto m. 3,50 con una percentuale ferro del 2 %, carico di sicurezza del cemento 40, modulo 10.

Messa la macchina a zero:

- 1) Si porta l'indice P su Kg. 50.000;
- 2) L'indice  $\frac{L}{a}$  è su 15 (*non si prevede ci sia presso-flessione*).
- 3) Si porta l'indice % F su 2 (*graduazione NERA*);
- 4) Si porta l'indice  $\sigma$  dei pilastri su 40;
- 5) L'indice *m* dei pilastri essendo già su 10 sul solido pilastri si legge: a = cm. 31,50. Area della sezione cmq. 1000 circa.



## Calcolo del ferro

Si abbassa il bottone M e si impegna nel rispettivo anello, indi:

- 3) Si porta l'indice % F su 2 graduazione AZZURRA.
- 4) Si porta l'indice  $\sigma$  su 40;
- 5) L'indice *m* pilastri essendo già su 10 si legge nell'oculare: F = cmq. 20.

## Carico di Punta

### ESEMPIO II.

L'altezza del pilastro invece di m. 3,50 sia di m. 6; fatto un primo calcolo approssimato del lato del pilastro si fa il rapporto  $\frac{L}{a} = \frac{600}{32}$  circa 19. Nel rifare il calcolo si prenda 18.

Si ripete allora il calcolo sia per il cemento che per il ferro, precisamente come all'esempio precedente, badando all'operazione 2ª di portare l'indice  $\frac{L}{a}$  su 18. Eseguiti i due calcoli del lato e del ferro si ha rispettivamente a = cm. 35 circa; area della sezione cmq. 1200 circa; F = cmq. 24.

### ESEMPIO III.

Se uno dei lati del pilastro è fissato a priori per es. cm. 30. E si abbia  $\frac{L}{a} = \frac{600}{30} = 20$ .

Si ripete allora il calcolo portando all'operazione 2ª l'indice  $\frac{L}{a}$  su 20. Eseguiti i due calcoli della superficie e del ferro si ha rispettivamente: area della sezione cm.<sup>2</sup> 1400 circa; F = cmq. 28 circa.

## CALCOLI GIUSTIFICATIVI

Il tecnico deve col progetto esecutivo delle opere in cemento armato presentare i calcoli giustificativi. L'interpretazione da dare a questa disposizione va presa nel senso di dover fornire tutti i dati necessari perchè ogni tecnico possa senza incertezze verificare eventuali errori commessi nel calcolo. Col regolo circolare "Washington", Mod. H 39 e col regolo "Fer", Mod. R 8 resta superfluo lo sviluppo dei calcoli.

<b>STUDIO TECNICO</b>	Calcoli eseguiti col Regolo logaritmico "FER"	Richiedente
Dot. Ing.	• Washington H 39	Località

### CALCOLO DI PILASTRI

Pilastro  $P_1 - P_2 - P_3 - P_4$

N. 4

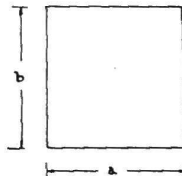
#### DIMENSIONI

Altezza libera  $l = m. 6,00$

• lato minore = cm. 30

$b = \frac{5}{30} = \frac{2000}{30} = cm. 66$

carico di punta  $\frac{l}{a} = \frac{600}{30} = 20$



#### ANALISI DEI CARICHI

Peso tetto	Kg. 2.000
Peso proprio e sovraccarico colsi 1°-2°-3°-4° piano	" 40.000
idem ..... piano terreno	" 15.000
Peso proprio del pilastro	" 8.000
<b>Peso totale</b>	<b>65.000</b>

#### SOLLECITAZIONI E RISULTATI

$n_1 = Kg./cm.^2 = 40$   
 $F. \% = \text{per cento di } S = 1\% = 1\%$   
 Area della sezione  $S = a^2 = cm.^2 = 2000$   
 Sezione ferro = cm.<sup>2</sup> 20

#### Osservazioni

Si tiene conto del carico di punta coll'operaio =  
 $m. \frac{l}{a} = 20$

Come venne pubblicato sugli Annali dei Lavori Pubblici Fascicolo 7 del mese di Luglio 1939 pag. 717 basta a giustificazione dei risultati ottenuti indicare su appositi modelli tutti i valori impostati sul regolo essendo questi elementi sufficienti per eseguire il controllo. Infatti noto: il momento M, l'altezza teorica h, la posizione dell'asse neutro x, le sollecitazioni  $\sigma_f$ ,  $\sigma_c$ , e la sezione del ferro F occorrente è semplice controllare la nota relazione

$$M = F \sigma_f \left( h - \frac{x}{3} \right)$$

Qui di seguito diamo alcune disposizioni dei calcoli per le diverse strutture da presentare agli Uffici Tecnici.

<b>STUDIO TECNICO</b>	Calcoli eseguiti col Regolo logaritmico "FER"	Richiedente
Dot. Ing.	• Washington H 39	Località

### CALCOLO DI TRAVE A SEZIONE RETTANGOLARE

Trave T18-T20-T22

N. 3

Luce m. 6

Luce l. m. 6,30

#### DIMENSIONI

d = cm. 60

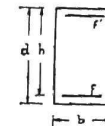
h = cm. 57

b = cm. 40

d = cm. 60

h = cm. 57

b = cm. 40



#### ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio	0,60 x 0,40 x 6,00 x 2500	Kg 3.600
Sovraccarichi	Kg 2000 concentrato in mezzeria	" 4.000
	<i>Carico distribuito uniformemente</i>	<i>" 3.900</i>
	<i>Carico totale</i>	<i>" 11.500</i>

#### CONDIZIONI DI APPOGGIO

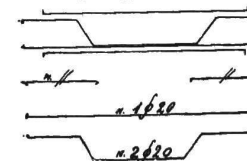
Momento massimo *mezzeria-trave semplice appoggiata*  
 $M = \frac{1}{8} (11.500 \times 6,30) = Kgcm. 905.000$   
 Momento negativo *all'appoggio*  
 $M = \frac{1}{24} (11.500 \times 6,30) = Kgcm. 301.000$

#### SOLLECITAZIONI E RISULTATI

Mezzeria	Appoggio
$\sigma_c = Kg./cm.^2 = 60$	$\sigma_c = Kg./cm.^2 = 21$
$\sigma_t = 1800$	$\sigma_t = 900$
$F = cm.^2 = 9,65 \approx 3\phi 20$	$F = cm.^2 = 6,20 \approx 2\phi 20$
$F = //$	$F = 3,14 \approx 1\phi 20$
$w = 12,20$	

$x = m - \sigma_c = \frac{10 \times 57}{10 + \frac{1800}{60}} = cm. 14,25$

#### DATI COSTRUTTIVI



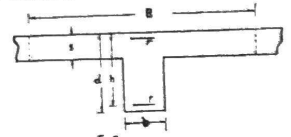
Staffe per metà trave  $w = cm. 12,20$   
 Ferri piegati  $2\phi 20 \dots cm. 6,28 \times 141 = 885$   
 Sezione effettiva  $cm. 3,40$   
 Occorrono N. 4 staffe  $\phi 8$  e 2 branchie

#### Osservazioni

STUDIO TECNICO  
 Dott. Ing. \_\_\_\_\_  
 Calcoli eseguiti con Regoli logaritmici "FER" e Washington H 39  
 Richiedente Località \_\_\_\_\_

CALCOLO DI TRAVE A SEZIONE A T

Trave T4 - T5  
 N. 2  
 Luce m. 5  
 Luce l. m. 5,25



DIMENSIONI  
 d = cm. 50  
 h = cm. 47  
 Mezzeria s = cm. 10  
 B = cm. 125  
 b = cm. 20

Incastro d = cm. 50  
 h = cm. 47  
 b = cm. 20

ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio *normalina*  $0,20 \times 0,40 \times 2500 = \text{Kg } 200$  per ml.  
 Sovraccarichi *compreso peso soletta* " 1500 " "  
*Peso muro divisorio* " 950 " "  
 Peso totale  $\text{Kg } 2650$  per ml.

CONDIZIONI DI APPOGGIO

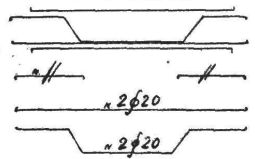
Momento massimo *considerando un semincastro si ha in mezzeria*  $M = \frac{1}{10} \times 2650 \times 500 \times 525 = \text{Kgc. } 696.000$   
 Momento negativo *appoggio*  $M = \frac{1}{18} \times 2650 \times 500 \times 525 = \text{Kgc. } 386.500$

SOLLECITAZIONI E RISULTATI

Mezzeria	Appoggio
$\sigma_c = \text{Kg./cm.}^2$ 31	$\sigma_c = \text{Kg. cm.}^2$ 46
$\sigma_t =$ 1400	$\sigma_t =$ 1400
F = cm. <sup>2</sup> 11,30 $\equiv 4 \phi 20$	F = cm. <sup>2</sup> 6,50
F' = //	F' = 6,50
$\omega =$ 16,80	

$X = \frac{m}{m + \frac{\sigma_t}{\sigma_c}} h = \frac{10 \times 47}{10 + \frac{1400}{31}} = \text{cm. } 8,46$

DATI COSTRUTTIVI



Steffe per metà trave  $\omega = \text{cm.}^2$  16,80  
 Ferri piegati  $2 \phi 20$  cm.<sup>2</sup>  $6,28 \times 1,41 = 8,85$   
 Sezione effettiva cm.<sup>2</sup> 8,00  
 Occorrono N. 8 stoffe  $\phi 8$  a 2 braccia

Osservazioni \_\_\_\_\_

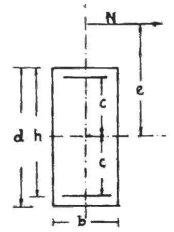
STUDIO TECNICO  
 Dott. Ing. \_\_\_\_\_  
 Calcoli eseguiti con Regoli logaritmici "FER" e Washington H 39  
 Richiedente Località \_\_\_\_\_

SEZIONI PRESSO E TENSOINFLESSE

Trave Tc - T3: *Portale palestra*  
 N.° 2  
 Sezione AA-DD

DIMENSIONI

b = cm. 40  
 d = cm. 60  
 h = 0,95 d = 57  
 c =  $\frac{0,90 d}{2} = 27$



SFORZI ESTERNI

*Dal diagramma delle forze risulta*  
 M = *Momento complessivo* Kgc. 700.000  
 N = *Risultante forze esterne* Kg. 14.000

CALCOLI AUSILIARI

$e = \frac{M}{N} = \frac{700.000}{14.000} = \text{cm. } 50$   
 $\frac{e - c}{e + c} = \frac{50 - 27}{50 + 27} = \frac{23}{77} = 0,299$   
 $M' = N(e - c) = 14.000 \times 23 = \text{Kgc. } 322.000$

SOLLECITAZIONI E RISULTATI

$\sigma_t = \text{Kg/cm.}^2$  604  
 $\sigma_c = \text{Kg/cm.}^2$  40

$F = \mu \frac{b d}{100} = 0,515 \frac{40 \times 60}{100} = \text{cm.}^2$  12,36  
 $F' = \mu \frac{b d}{100} = 0,35 \frac{40 \times 60}{100} = \text{cm.}^2$  8,40  
 $X = \frac{m}{m + \frac{\sigma_t}{\sigma_c}} h = \frac{10 \times 57}{10 + \frac{600}{40}} = \text{cm. } 22,80$

Osservazioni \_\_\_\_\_

## Regolo Logaritmico "FER", Mod. R 8

per il calcolo

di sezioni di strutture in Cemento Armato  
soggette a presso e tensoflessione

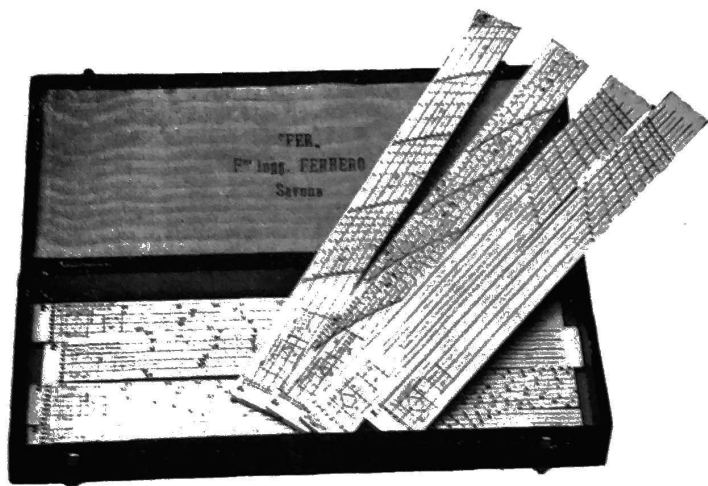
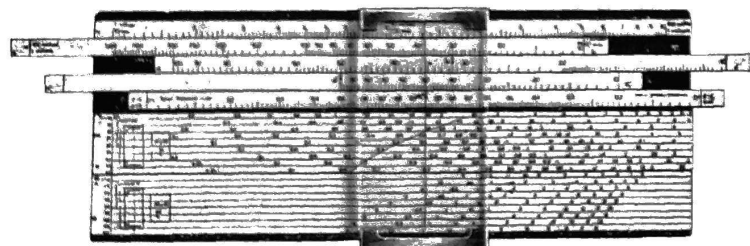
**Completivo del**

## Regolo Circolare "Washington", Mod. H 39

Risolve in modo semplice e facile le complesse formule di calcolo della pressoflessione e tensoflessione per qualunque posizione del centro di pressione (interno od esterno al nocciolo).

**Chiedete chiarimenti**

Corredate il vostro studio anche di questo importante regolo  
**Pochi calcoli compensano la spesa!...**



**Tecnici!** Provvedetevi dei nostri apparecchi. Ne

trarrete grandi vantaggi!

### ERRATA - CORRIGE

Pag. 5	riga 4	$h = \text{cm. } 18$	<i>si corregga</i>	$h = \text{cm. } 22$
" 5	" 6	$h = \text{cm. } 18$	" "	$h = \text{cm. } 22$
" 7	" 9	$f = \text{cmq. } 10$	" "	$f = \text{cmq. } 9,0$
" "	" 20	$f = \text{cmq. } 11,7$	" "	$f = \text{cmq. } 10,7$
" "	" 20	$f = 0,75 \times 11,7 = 8,77$	<i>si corregga</i>	$f = 0,75 \times 10,7 = 8,00$
" 17	terz'ultima riga	$\frac{L}{a}$ su 18	<i>si corregga</i>	$\frac{L}{a}$ su 20



Finito di stampare il giorno 30  
Settembre 1939-XVII nella Tipo-  
grafia BERGERO - Via A. Aonzo  
SAVONA