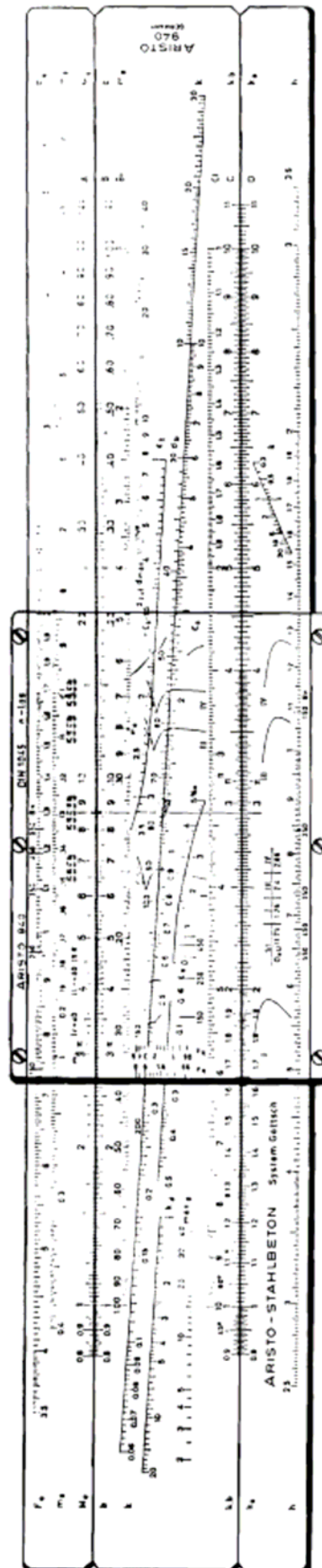


ISTRUZIONI PER L'USO DEL REGOLO

ARISTO

STAHLBETON

940



Premessa

Il regolo ARISTO-Stahlbeton n° 940 è un ulteriore sviluppo del regolo ARISTO-Stahlbeton n° 939, frutto della comprovata positiva esperienza ventennale in Germania e all'estero.

La realizzazione del regolo 940/DIN 1045 n-los, caratterizzato da un particolare cursore, è stata appositamente pensata per le nuove norme DIN 1045, entrate in vigore dal gennaio 1972. In virtù della considerevole unificazione operata, è possibile operare su tutte le sezioni rettangolari di travi e piastre con armatura singola o doppia, con o senza sforzi normali, con le medesime impostazioni. Anche per sezioni non rettangolari e travi a T, la medesima impostazione fornisce risultati sufficientemente precisi con riferimento alla larghezza equivalente b_i . Dopo l'impostazione – in molti casi effettuabile con un solo spostamento dello scorrevole e del cursore – vengono visualizzati anche 14 valori diversi di progettazione. Non vi è alcuna differenza fra dati di impostazione e risultati: le impostazioni sono reversibili in tutte le direzioni. Normalmente è sufficiente leggere un solo risultato k dallo schema di impostazione, con il quale – in analogia all'uso dell'ARISTO-Stahlbeton n° 939 – è possibile poi determinare l'armatura di trazione F_e con un solo movimento di scorrevole e cursore. Successivamente, la determinazione dell'armatura compressa F'_e richiede semplicemente una moltiplicazione.

Il nuovo ARISTO-Stahlbeton n° 940 consente di calcolare indipendentemente l'armatura metallica a partire dal parametro noto k_e . E' inoltre possibile effettuare le verifiche a fessurazione con una semplice impostazione del cursore.

Il regolo ARISTO-Stahlbeton n° 940 è inoltre dotato, in aggiunta alle sue scale speciali e alle scale di base ABCD, di due scale per i reciproci BI e CI, che risultano molto utili nei calcoli statici.

A richiesta è inoltre fornito un cursore per altri metodi di progettazione, per esempio con $n = 15$ o $n = 10$.

Schönkirchen, Novembre 1972

Werner Göttisch

Indice

1.	Generalità	5
2.	Nozioni di base per la progettazione del calcestruzzo armato	5
	2.1 Nomenclatura	5
	2.2 Unità	5
	2.3 Ambiti di applicazione	5
	2.4 Simboli dei tipi di acciaio	6
3.	Ordinamento delle Scale	7
4.	I tratti del cursore L940/1045 n-los	8
5.	Modalità di impostazione per sezioni rettangolari inflesse o pressoinflesse ad armatura semplice e doppia	9
	5.1 Il momento flettente M_e	9
	5.2 La larghezza della sezione compressa b	10
	5.3 L'altezza utile h	10
	5.4 La classe del calcestruzzo B_n	10
	5.5 Il coefficiente k_z	10
	5.6 Il coefficiente k_x	10
	5.7 La deformazione del calcestruzzo ϵ_{b1}	10
	5.8 La deformazione dell'acciaio ϵ_e	11
	5.9 Il coefficiente di forma k	11
	5.10 Il tipo di acciaio BSt	11
	5.11 Il rapporto h'/h	11
	5.12 Il fattore α per l'incidenza dell'armatura compressa F'_e	11
	5.13 La tensione nel calcestruzzo σ_b	11
6.	Il parametro di progettazione m_e	11
	6.1 Lettura dei valori di m_e	12
	6.2 Valori predefiniti di m_e	12
7.	Il parametro di progettazione k_h	12
	7.1 Lettura dei valori di k_h	13
	7.2 Valori predefiniti di k_h	13
8.	Impostazioni con lo scorrevole	13
9.	Calcolo delle armature metalliche	14
	9.1 Procedura con uso del parametro k	14
	9.2 Procedura con uso del parametro k_e	15
	9.3 L'ordine di grandezza di F_e e F'_e	16
10.	Sezioni non rettangolari	17
	10.1 Travi a T	17
11.	Larghezza limite a rottura	18
	11.1 Larghezza massima di apertura a fessurazione	18
	11.2 Conversione per altri valori r e per diverse condizioni di carico accidentale e permanente	18
	11.3 Conversione per grandi sezioni d'armatura	19
12.	La scelta delle barre d'armatura in base a numero (passo) e diametro	19
	12.1 Dimensionamento delle armature a taglio	19

13.	Progettazione con l'uso degli indici del cursore per n costante	20
	13.1 Criteri generali di progettazione	20
	13.2 L'impostazione con $n =$ costante	20
	13.3 Criteri di dimensionamento	20
14.	Esempi numerici con le norme DIN 1045 n-los	22
	14.1 Progetto di una trave a sezione rettangolare	22
	14.2 Confronto con la tabella 2 dell'allegato 220 DT. A. f. St. B.	23
	14.3 Confronto con la tabella 5 dell'allegato 220 DT. A. f. St. B.	23
	14.4 Progettazione di un solaio di copertura	24
	14.5 Progettazione di una trave a sezione rettangolare con doppia armatura soggetta a pressoflessione	25
	14.6 Determinazione della larghezza b	26
	14.7 Determinazione dell'altezza utile h	27
	14.8 Determinazione della classe del calcestruzzo B_n	27
	14.9 Momento ammissibile M	28
	14.10 Momento ammissibile in funzione dell'armatura F_e	28
	14.11 Progettazione di travi a T	29
15.	Esempi numerici con $n = 15$ ($n = 10$)	30
	15.1 Progettazione di una trave a sezione rettangolare	30
	15.2 Progettazione di un solaio di copertura	31

1. Generalità

L'ARISTO-Stahlbeton n° 940 è uno speciale regolo per il calcolo del cemento armato.

La disposizione delle scale dei quadrati A / B, dei reciproci BI / CI e di base C / D è particolarmente vantaggiosa per l'ingegnere strutturista.

L'uso di queste scale si intende nota. Qualora fosse necessario, si indicano ad esempio i seguenti testi:

- Stender, R., Der moderne Rechenstab. Ein Vorbereitungsbuch für Schule und Hochschule, Otto Salle-Verlag, Frankfurt.
- Marks, R.W., Rechenschieber – Schritt für Schritt, Humboldt-Taschenbuch n° 181.

Oltre alle scale di calcolo generale, l'ARISTO-Stahlbeton n° 940 dispone di numerose scale specifiche per la progettazione del cemento armato. Le modalità di impostazione e di lettura del cursore L 940/DIN 1045 n-los sono progettate in modo da garantire che le condizioni della norma DIN 1045, gennaio 1972, siano soddisfatte per la progettazione con n qualsiasi.

In alternativa, sul medesimo regolo possono essere utilizzati cursori di tipo diverso. Ad es., per la progettazione con $n = 15$, è utilizzabile il cursore tipo L 940 / $n = 15$.

Nelle figure del presente manuale, le scale del regolo e gli indici del cursore sono schematizzati. Triangoli pieni $\blacktriangle$ simboleggiano le letture e le impostazioni. Le impostazioni iniziali sono caratterizzate da triangoli aperti $\triangle$.

2. Nozioni di base per la progettazione del cemento armato

La struttura delle scale speciali e la disposizione degli indici sul cursore dell'ARISTO-Stahlbeton 940/n-los sono basati sulle norme DIN 1045, gennaio 1972, paragrafi 17.2 e 17.6 di progettazione generale.

2.1 Nomenclatura

Per la designazione di grandezze, coefficienti etc, al momento si applicano le indicazioni impartite dalle istruzioni 220 del Deutschen Ausschusses für Stahlbeton pubblicate nelle DIN 4224.

2.2 Unità di misura

Le grandezze di progetto sono le medesime indicate nella citata istruzione Heft 220 del Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, cioè:

tm	per	M_e
m	per	b
cm e m	per	h
cm ²	per	F_e
kg/cm ²	per	β_R, β_S

2.3 Ambiti di applicazione

Con l'ARISTO-Stahlbeton 940 possono essere progettate sezioni rettangolari e a T con zona compressa rettangolare o quadrata con armatura singola o doppia, inflesse e pressoinflesse.

L'armatura semplice è dimensionata sulla base di una deformazione ammissibile del 5 ‰, riducibile al 3 ‰.

L'armatura doppia è calcolata con riferimento ad una deformazione ammissibile $\varepsilon_{b1} = -3.5\text{‰}$ per il calcestruzzo e $\varepsilon_e = 3.0\text{‰}$ per l'acciaio. il coefficiente di sicurezza è $\gamma = 1.75$ in tutti i casi; le tensioni nell'acciaio sono costanti e pari a $\sigma_{eU} / 1.75$.

2.4 Simboli per i vari tipi di acciaio

A causa del limitato spazio sul cursore, sono utilizzati i seguenti semplici simboli per i diversi tipi di acciaio:

I	=	BSt 22/34 GU (IG) BSt 22/34 RU (IR)
III	=	BSt 42/50 RU (IIIU) BSt 42/50 RK (IIIK)
IV	=	BSt 50/55 PK (IVP) BSt 50/55 RK (IVR) BSt 50/55 RK (IVRX)

Secondo le DIN 1045, figura 14, può essere utilizzato nella progettazione anche III per BSt 50/55 GK (IVG)

Nel calcolo a fessurazione, il simbolo IV rappresenta IVR per BSt 50/55 RK, che può essere utilizzato solo per acciaio nervato, con esclusione di barre lisce o profilati.

3. Ordinamento delle scale

Sul corpo del regolo:	F_e	Scala per la lettura delle armature metalliche
	m_e	Scala per la valutazione del parametro di progettazione m_e
	M_e	Scala dei quadrati A e scala dei Momenti flettenti
Sullo scorrevole:	b	Scala dei quadrati B e scala della larghezza b della zona compressa
	m_e	Scala BI dei reciproci della scala B e scala per la valutazione del parametro di progettazione m_e
	d_{zul} d_{max}	Scala breve verde, per diametro delle barre d'acciaio per il rilevamento della larghezza di fessurazione
	ε_1	Scala curva verde, per la lettura delle dilatazioni del calcestruzzo ε_{b1} in ‰
	k	Scala obliqua per valori ausiliari di k
	σ_b	Rossa, scala quantitativa delle tensioni nel calcestruzzo, sopra la scala k , solo per calcoli con n costante
	k_d	Scala breve, obliqua verde per fissare il valore k e per la lettura
	$\max_d$	dell'ampiezza d'apertura delle fessurazioni.
	α	Scala breve, verde, per il parametro F'_e dell'armatura a compressione
	ε_e	Scala curva, verde, per la lettura della dilatazione dell'acciaio ε_e in ‰
	Cl	Scala dei reciproci della scala C
	k, b	Scala di base C per moltiplicazioni e divisioni, in particolare con k e b
Sul corpo del regolo:	k_e	Scala di base D per moltiplicazioni e divisioni, in particolare anche per la lettura di k_e
	h	Scala per l'altezza utile h
	k	Scala angolare tra le scale h e D per il calcolo di k_e sulla base del valore di k

Sul retro del regolo sono riportati diagrammi delle principali impostazioni e le tabelle per la selezione di barre tonde e rete metallica.

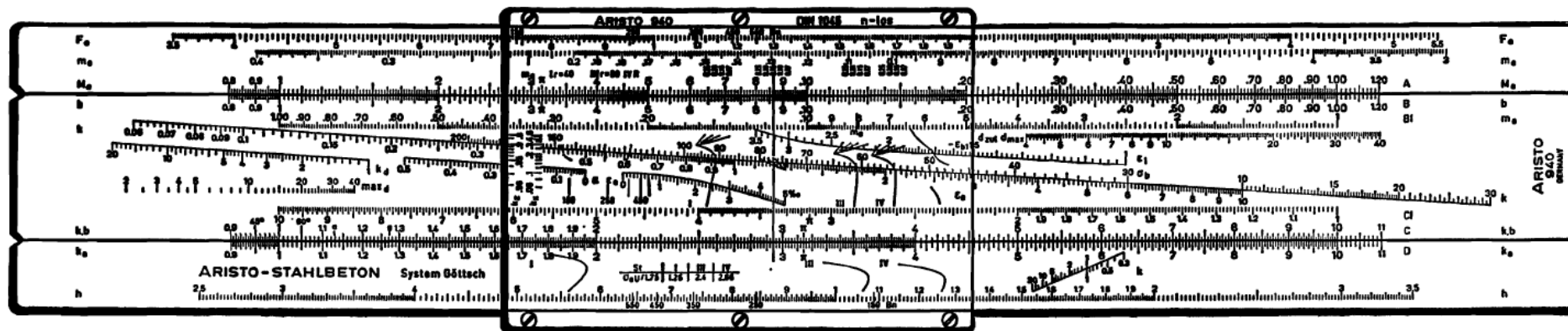


Fig. 1 Faccia Anteriore

4. I tratti del cursore L940/1045 n-los

Il cursore ha diversi gruppi di impostazione o lettura, che differiscono per forma e colore.

Il tratto verticale lungo è la linea principale e serve per i calcoli generali, come moltiplicazione e divisione.

I tratti neri, a forma di frusta con il ventaglio di indici sulla parte superiore, si riferiscono ai vari tipi di acciaio I, III, IV e servono per leggere il valore del parametro ausiliario k sulle relativa scala. I sopracitati indici a ventaglio si riferiscono ai valori che assume tale parametro a seconda che il rapporto h'/h valga 0.07, 0.15, 0.20, 0.25 nel caso di doppia armatura. Il ventaglio di raggi verdi posti sul tratto verticale principale si utilizza sulla scala verde inclinata del parametro α in caso di doppia armatura.

Le scale su fondo bianco sul lato sinistro del cursore consentono di leggere i valori k_x e k_z sulla lunga linea inclinata della scala k . Vi sono inoltre tre indici verdi, in prossimità della riga superiore, per i tre tipi di acciaio I ($r = 40$), III ($r = 80$), IV ($r = 80$) e altri indici verdi nella riga in basso corrispondenti alle classi di resistenza del calcestruzzo per il calcolo delle aperture ($\max_d$) nella verifica a fessurazione. I valori di m_e sono segnati in rosso a destra sulle corrispondenti scale dello scorrevole e del fisso per la lettura e l'impostazione con il tratto principale del cursore.

Con l'indice verde - ϵ_{s1} si legge la dilatazione del calcestruzzo sulla scala ϵ_1 dello scorrevole, mentre con l'indice ϵ_e si legge la dilatazione dell'acciaio sulla scala ϵ_e .

Le linee curve corrispondenti alle classi di acciaio I, III, IV poste nella parte inferiore del cursore si utilizzano con la breve scala k obliqua per la determinazione di k .

In corrispondenza degli indici con la classe del calcestruzzo alle estremità superiore ed inferiore del cursore possono essere letti o impostati i valori di h (in basso) e di F_e (in alto).

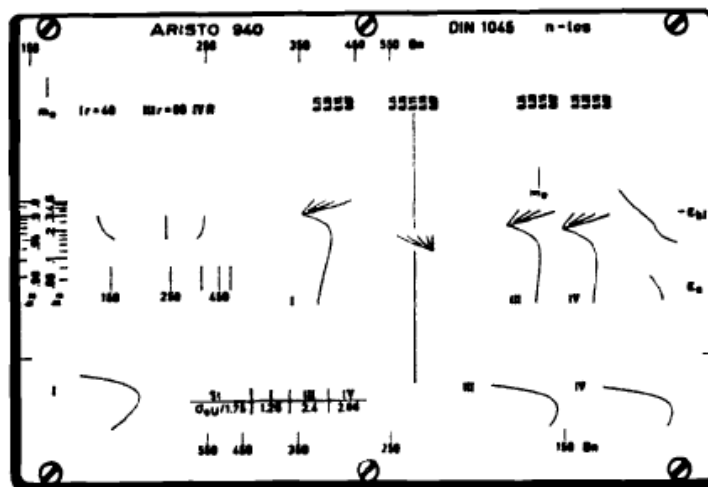


Fig. 2 Il cursore L 940/1045 n-los

5. Modalità di impostazione per sezioni rettangolari inflesse o pressoinflesse ad armatura semplice e doppia

I seguenti 14 parametri di progettazione possono essere visualizzati sull'ARISTO - Stahlbeton n° 940 contemporaneamente o di volta in volta (vedi figura 3):

M_e	sulla scala M_e nella parte superiore del fisso	(vedi § 5.1)
b	sulla scala b nella parte superiore dello scorrevole	(vedi § 5.2)
h	sulla scala h nella parte inferiore del fisso	(vedi § 5.3)
B_n	sugli indici B_n sul bordo inferiore del cursore	(vedi § 5.4)
k_z	sulla scala k_z sul bordo sinistro del cursore	(vedi § 5.5)

k_x	sulla scala k_x sul bordo sinistro del cursore	(vedi § 5.6)
$-\varepsilon_{b1}$	sulla scala ε_1 dello scorrevole	(vedi § 5.7)
ε_e	sulla scala ε_e dello scorrevole	(vedi § 5.8)
k	sulla scala k dello scorrevole	(vedi § 5.9)
BS_t	sugli indici BS_t del cursore	(vedi § 5.10)
h'/h	sugli indici a ventaglio sopra gli indici BS_t del cursore	(vedi § 5.11)
α	sulla scala α dello scorrevole	(vedi § 5.12)
m_e	sulla scala m_e dello scorrevole	(vedi § 6)
k_h	sulla scala principale C o sulla scala h del fisso	(vedi § 7)

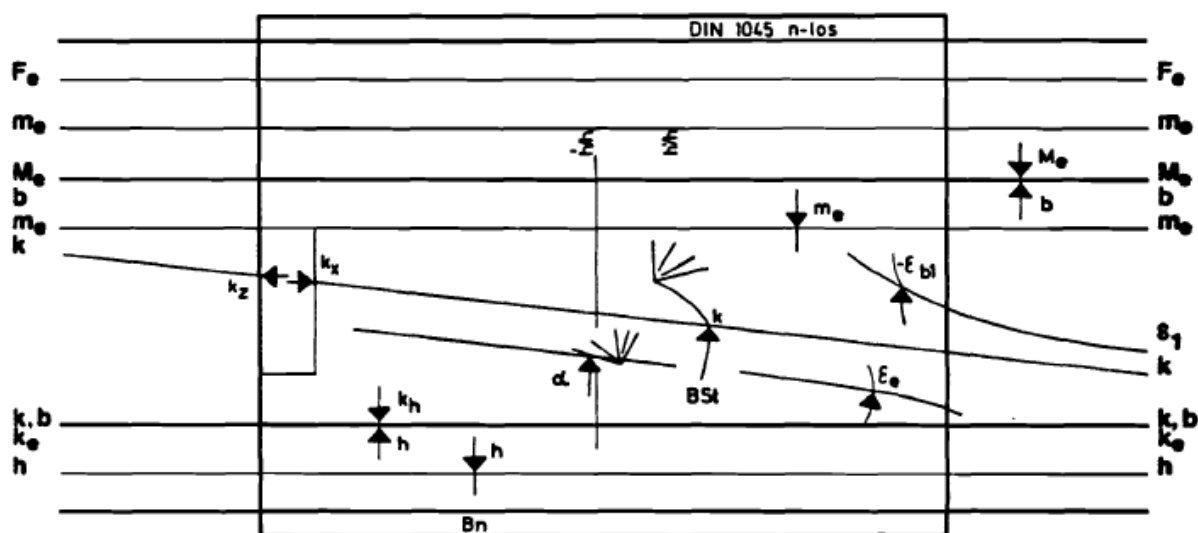


Fig. 3

Lo scorrevole e il cursore vengono impostati sui dati noti, ovvero si posizionano sulla base dei parametri di progettazione. La determinazione delle incognite diviene così automatica. L'ordine delle impostazioni è intrinsecamente arbitrario, ma è consigliabile impostare come primo elemento lo scorrevole. In questa prima fase il cursore può essere utilizzato per facilitare l'impostazione e, se necessario, per fornire una prima stima di k (si veda il § 6). Solo successivamente si porterà il cursore nella sua posizione finale.

I grafici di impostazione principale sono indicati sul retro del regolo.

Gli esempi numerici riportati al cap. 14 mostrano l'implementazione di vari casi di progettazione.

5.1 Il momento flettente M_e

Secondo DIN 4224 è:

$$M_e = M - y_e \cdot N$$

$$\text{con } y_e = h - d/2$$

(N è negativo se di compressione, positivo se di trazione)

M_e si imposta e si legge sulla scala M_e (coincidente con la scala dei quadrati A) sempre in tm:

$M_e = 0.10, 0.20, 0.30, \dots 1.00$ tm:	impostato sulla metà di destra della scala
$M_e = 1.00, 2.00, 3.00, \dots 10.00$ tm:	impostato sulla metà di sinistra della scala
$M_e = 10, 20, 30, \dots 100$ tm:	impostato sulla metà di destra della scala

5.2 La larghezza della sezione compressa b

La larghezza della sezione compressa b si imposta o si legge sulla scala b (coincidente con la scala dei quadrati B) al di sotto della scala M_e , in metri:

$b = 0.10, 0.20, 0.30, \dots 1.00$ m: impostato sulla metà di destra della scala
 $b = 1.00, 2.00, 3.00, \dots 10.00$ m: impostato sulla metà di sinistra della scala

5.3 L'altezza utile h

L'altezza utile h si imposta o si legge sulla scala h (sul lato inferiore del fisso), utilizzando gli indici speciali B_n sul lato inferiore del cursore (vedi § 5.4).

5.4 La classe del calcestruzzo B_n

La classe del calcestruzzo B_n è indicata nel cursore dalla speciale graduazione B_n 150, 250, 350, 450, 550. Gli indici B_n sono utilizzati per impostare l'altezza h (vedi § 5.3)

5.5 Il coefficiente k_z

Il fattore k_z viene letto sul lato sinistro del cursore, su fondo bianco. La lunga scala diagonale nera sullo scorrevole funge in questo caso da indicatore (è la scala di base k dello scorrevole).

Il valore minimo indicato è $k_z = 0,8$. Il valore limite nel caso di armatura semplice ($k_z = 0,776$) è in prossimità di tale valore, ma non viene più visualizzato. In caso di necessità, in particolare nel caso di armatura doppia, si può calcolare facilmente

$$k_z = \frac{1}{k_e \cdot (\sigma_{eU}/\gamma)}$$

con k_e secondo quanto indicato al § 9.2, σ_{eU}/γ secondo quanto indicato al § 9.1 (cfr. § 14.5).

5.6 Il coefficiente k_x

Il fattore k_x viene letto sempre sul lato sinistro del cursore, su fondo bianco, circa 8 mm a destra della scala k_z . Anche in questo caso funge da indicatore la scala di base k dello scorrevole.

Il più grande valore indicato è $k_x = 0,6$ (il limite per l'armatura semplice è $k_x = 0,583$). In caso di necessità, in particolare nel caso di armatura doppia, si può calcolare facilmente

$$k_x = \frac{-\epsilon_{b1}}{-\epsilon_{b1} + \epsilon_e}$$

con $-\epsilon_{b1}$ secondo quanto indicato al § 5.7, ϵ_e secondo quanto indicato al § 5.8 (cfr. § 14.5).

5.7 La deformazione del calcestruzzo ϵ_{b1}

La deformazione del calcestruzzo ϵ_{b1} si legge sulla curva speciale verde ϵ_1 , che si trova sullo scorrevole subito sopra alla scala diagonale k. La deformazione del calcestruzzo ϵ_{b1} è espressa in ‰ ed è sempre negativa per la flessione (compressione del calcestruzzo). Le letture vengono effettuate utilizzando l'indice verde marcato $-\epsilon_{b1}$ sul bordo destro del cursore.

Il valore limite riportato sulla scala per $-\epsilon_{b1}$ è pari al 3.5 ‰, oltre il quale i valori superiori non vengono più espressi.

5.8 La deformazione dell'acciaio ϵ_e

La deformazione dell'acciaio ϵ_e si legge sulla curva speciale verde ϵ_e , che si trova a metà dello scorrevole, sotto alla scala diagonale k.

La deformazione dell'acciaio è espressa in ‰ e la lettura si effettua utilizzando l'indice verde marcato ϵ_e sul bordo destro del cursore. Il valore limite riportato sulla scala per ϵ_e è pari al 5 ‰, oltre il quale i valori superiori non vengono più espressi.

5.9 Il coefficiente di forma k

Il coefficiente di forma k viene letto sulla scala diagonale k, al disotto della linea (valori in nero). Dal valore 10 in su, i valori sono riportati in alto, rispetto alla linea.

k è un valore caratteristico adimensionale che tuttavia è sempre da collocarsi nella sua esatta posizione decimale¹.

5.10 Il tipo di acciaio BSt

Il tipo di acciaio Bst è indicato nel cursore dalla speciale graduazione I, III, IV (per l'importanza dei simboli si veda il § 2.4). Gli indici a ventaglio in mezzo al cursore vengono utilizzati per leggere i valori sulla lunga scala k dello scorrevole. Sopra a tali indici a ventaglio, in alto sono riportati i valori dei rapporti $h'/h = 0.07, 0.15, 0.20, 0.25$ da associare ai vari raggi dei ventagli. L'indice in corrispondenza del rapporto $h'/h = 0.07$ è valido anche per piccoli valori di h'/h . Questa parte degli indici BSt viene utilizzata solo quando si lavora con doppia armatura.

5.11 Il rapporto h'/h

Il rapporto h'/h è significativo nel caso di sezioni a doppia armatura, per le quali assumono importanza i parametri k e α (si vedano i § 5.10 e 5.12).

5.12 Il fattore α per l'incidenza dell'armatura compressa F'_e

Il fattore α per l'incidenza dell'armatura compressa F'_e è letto sulla corta scala obliqua al di sotto della scala principale k dello scorrevole, ma assume significato solo nel caso in cui sia necessaria armatura metallica a compressione.

α è un valore caratteristico adimensionale. Esso viene letto per mezzo degli indici a ventaglio verdi posti al centro della linea principale del cursore, scelti in funzione del rapporto

$$h'/h = 0.07 \quad 0.10 \quad 0.15 \quad 0.20 \quad 0.25$$

L'indice in corrispondenza del rapporto $h'/h = 0.07$ è valido anche per piccoli valori di h'/h .

5.13 La tensione nel calcestruzzo σ_b

La tensione del calcestruzzo σ_b non ha alcun significato nel metodo di progettazione a n-libero delle norme DIN 1045 e 4224. La scala dei valori σ_b quantificati rosso sulla linea nera diagonale dello scorrevole ha infatti significato solamente qualora si utilizzino i cursori speciali per n costante (vedi § 13).

6. Il parametro di progettazione m_e

I parametri di progettazione M_e , b, h, e β_R (in funzione della classe del calcestruzzo B_n) a norma DIN 4224 possono essere accorpati nel parametro adimensionale di riferimento

$$m_e = \frac{M_e}{bh^2 \cdot \beta_R}$$

¹ cioè il valore 12 si legge soltanto 12, non 1.2 o 0.12 o 120 – n.d.t.

Inoltre, m_e è in rapporto funzionale diretto con i coefficienti k_z , k_x e con le dilatazioni $-\epsilon_{b1}$ e ϵ_e , come mostrato nel diagramma di valutazione generale DIN 4224. Il valore di m_e è un numero compreso fra 0 e circa 0,40 e nell'Aristo-Stahlbeton 940 può essere letto o impostato sulla scala m_e dello scorrevole (coincidente con la scala inversa dei quadrati BI). La lettura o l'impostazione sono fatte utilizzando l'indice rosso m_e posto alla destra della linea mediana del cursore. I dati sulla scala m_e si leggono come segue, a partire da destra:

m_e	=	0.01	0.02	0.03		0.10		0.40
o, per valori 100 volte superiori,								
100 m_e	=	1	2	3		10		40.

6.1 La lettura del parametro m_e

Gli indici guida per l'impostazione dei parametri illustrati al cap. 5 compaiono sulle scale e sul cursore, come pure i parametri k_z , k_x , ϵ_{b1} ecc. (vedi Figura 3). Il parametro m_e è utile in casi particolari, soprattutto per il calcolo di $k_e \cdot \rho$ nel caso di armatura doppia (vedi § 9.2).

La sua conoscenza può essere vantaggiosa anche in altri casi, come illustrato negli esempi numerici della sezione 14.

6.2 L'insieme dei valori predeterminati di m_e (Vedi esempi numerici, Sezione 14.2)

Il valore di m_e risulta essere noto a priori in quanto risultato numerico di un precedente calcolo ripetitivo (ad esempio quello di un computer), sicchè la scala m_e può essere utilizzata indipendentemente dallo schema di impostazione riportato nel diagramma di dimensionamento generale delle DIN 4224.

Per qualsiasi posizione dello scorrevole, l'indice principale m_e sul cursore consente di impostare sulla scala m_e dello scorrevole il valore prefissato di m_e , consentendo così di leggere i valori dei parametri principali k_z , k_x , ϵ_{b1} , etc. come in un diagramma (Fig. 4).

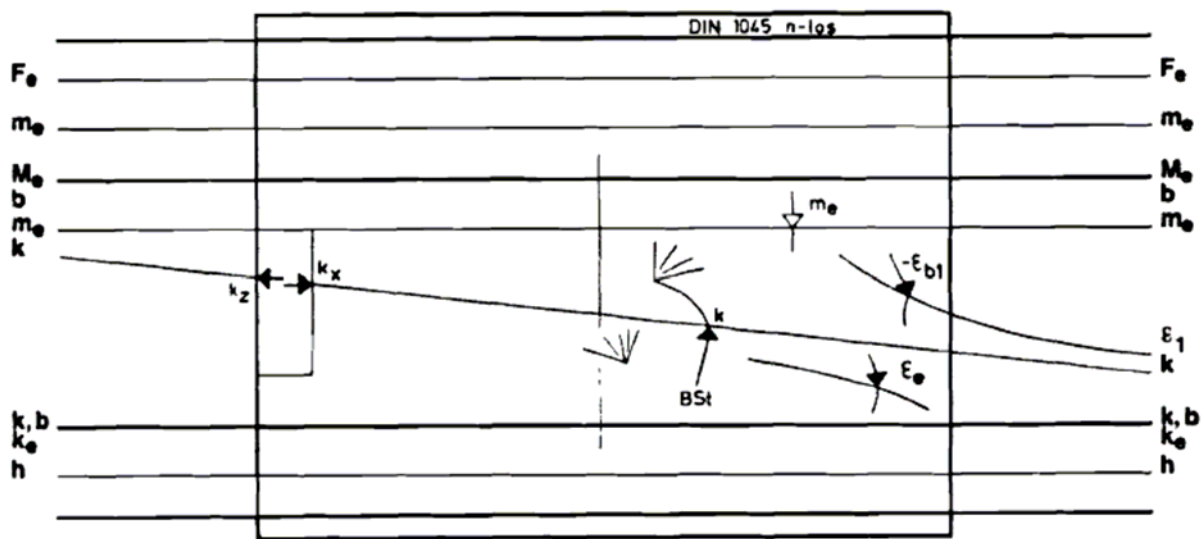


Fig. 4

7. Il parametro di progettazione k_h

In base alla DIN 4224, i parametri di progetto M_e , b e h sono tra loro legati dalla seguente relazione:

$$k_h = \frac{h \text{ [cm]}}{\sqrt{(M_e \text{ [tm]} / b \text{ [m]})}}$$

A differenza di m_e (che è adimensionale), k_h ha una dimensione spuria.

Inoltre, fissata la classe del calcestruzzo B_n , k_e è in rapporto diretto con i parametri m_e , k_z , k_x , ϵ_{b1} ed ϵ_e .

k_h è un numero variabile fra circa 4 e 30 e nell'ARISTO-Stahlbeton 940 può essere letto come indicato nei successivi paragrafi 7.1 e 7.2.

7.1 La lettura dei valori di k_h

Per l'impostazione degli schemi descritti al cap. 5, il valore di k_h è leggibile sulla scala C dello scorrevole, in corrispondenza del valore h (altezza utile) sulla scala D del fisso (vedi figura 3). Si potrà leggere il valore di k_h , aiutandosi con il cursore per impostare l'indice B_n sulla scala h . In realtà, la conoscenza del parametro k_h non è necessaria per progettare con l'ARISTO-Stahlbeton 940.

La sua lettura può essere tuttavia utile come controllo durante l'impostazione e la verifica di conformità rispetto al codice, pertanto compare come lettura intermedia negli esempi numerici presentati più avanti.

7.2 L'insieme dei valori predefiniti di k_h

(vedi esempio numerico § 14.3)

Se k_h deriva da un precedente calcolo, esso risulta leggibile sulla scala C in corrispondenza del valore h sulla scala D; successivamente si imposta l'indice B_n del cursore sulla scala h in corrispondenza del valore h (vedi fig. 3). Così facendo l'impostazione è completata e tutte le letture possono essere effettuate come indicato al cap. 5.

Partendo direttamente da k_h , è possibile ottenere le medesime letture semplicemente facendo coincidere le origini delle scale principali². Settando allora il valore della classe di calcestruzzo B_n sulla scala h in corrispondenza del valore di k_h , potranno essere immediatamente letti i corrispondenti valori di m_e , k_z , k_x , ϵ_{b1} ed ϵ_e (vedi figura 5).

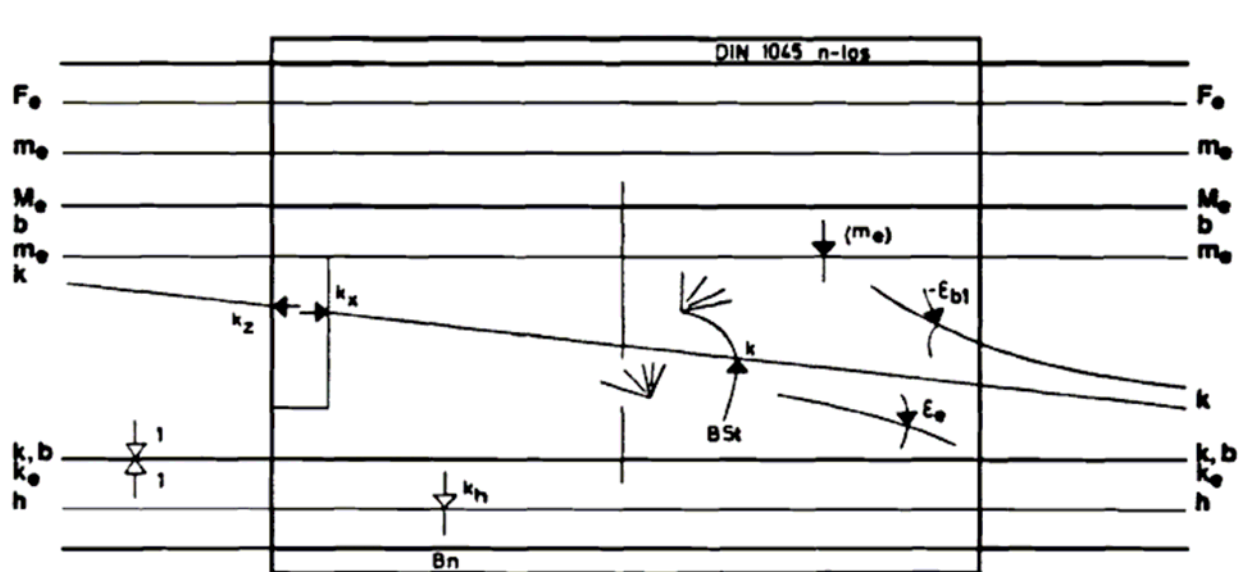


Fig. 5

I valori associati k_e e d sono leggibili come descritto ai par. 9.2 e 11.1 semplicemente reimpostando il valore di k con uno spostamento del cursore, senza modificare l'impostazione dello scorrevole. Pertanto, questo metodo è particolarmente adatto per creare dimensionamenti di tipo tabellare sulla base di valori prefissati di k_h , in base ai quali, per ogni determinato valore dell'armatura metallica F_e , è possibile immediatamente leggere i valori corrispondenti di M_e , h e k_e .

8. Spostamenti dello scorrevole

In alcuni casi, valori puntuali (k_h , m_e , etc.) o insiemi di valori possono essere letti solo dopo aver effettuato l'inversione di posizione dello scorrevole a destra o a sinistra per l'intera lunghezza delle scale B o C. In pratica si rende talvolta necessario sostituire alla posizione dell'1 (oppure 10) della scala C, la posizione del 10 (o dell'1) della medesima scala C. Per facilitare questa operazione è possibile utilizzare il cursore, ma con l'avvertenza, una volta effettuata questa operazione, di ricollocarlo nella sua posizione originaria.

² 1 delle scale A e B e 1 delle scale C e D in allineamento – i.e. regolo in posizione neutra

9. Il calcolo delle armature metalliche

Con l'ARISTO-Stahlbeton 940 il calcolo dell'armatura metallica si può effettuare in due modi: con il valore k o con il valore k_e .

In termini di precisione, entrambi i metodi sono adeguati, ma la procedura con l'impiego del parametro k è più diretta.

Poiché gli approcci sono completamente diversi, il metodo k consente una buona forma di verifica dei risultati ottenuti con la metodologia k_e e viceversa, come gli esempi numerici del cap. 14 dimostrano chiaramente.

9.1 Procedura con impiego del parametro k

Nel caso di sezioni rettangolari con armatura semplice o doppia, soggette a flessione o pressoflessione, valgono in generale le seguenti relazioni:

$$F_e = F_{me} + \frac{N}{\sigma_{eU} / \nu}$$

$$F'_e = \alpha \cdot F_{me}$$

(N negativa se di compressione, positiva se di trazione)

F_{me} è la percentuale dell'armatura F_e , derivante dalla sollecitazione M_e , che è riferita al Momento flettente. In assenza di sforzo assiale è $F_{me} = F_e$. F_{me} è determinato molto rapidamente e facilmente come segue:

- 1 Posizionare il cursore in conformità allo schema di impostazione per B_n su h .
- 2 Dividere il k appena impostato per il valore di k misurato nello schema di impostazione spostando il cursore sulla scala C, utilizzando la linea principale di fede (fig. 6).

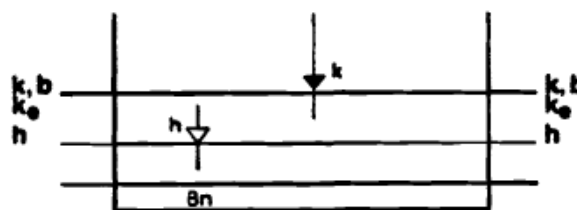


Fig. 6

- 3 Si moltiplica per b , trasferendo il cursore sulla scala C dal valore di k al valore di b . (fig. 7).

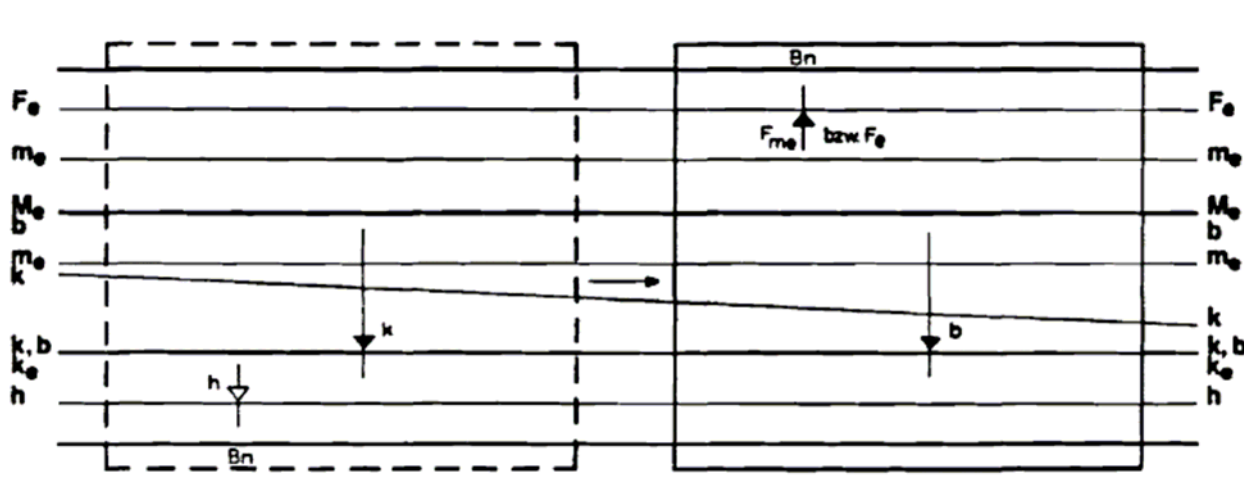


Fig. 7

- 4 Si legge sulla scala F_e il valore di F_{me} in corrispondenza dell'indice B_n appropriato sul bordo superiore del cursore (Fig. 7).

Se scriviamo

$\boxed{h}$ = valore di h sulla scala speciale h in corrispondenza dell'indice inferiore B_n del cursore,

$\boxed{F_{me}}$ = valore di F_{me} sulla scala speciale F_e in corrispondenza dell'indice superiore B_n del cursore,

sarà allora

$$\frac{\boxed{h}}{k} \cdot b = \boxed{F_{me}}$$

Questo vale anche per le travi a doppia armatura. Vi è da notare che, in questo caso, la lettura di k in fase di impostazione viene fatta utilizzando l'appropriato raggio degli indici a ventaglio, scelto in base al rapporto $h'/h = 0,07 \ 0,15 \ 0,20 \text{ o } 0,25$. Sempre dalla semplice impostazione è leggibile il valore di α , dal quale si ottiene con una semplice moltiplicazione per F_{me} l'area dell'armatura compressa $F'_e \cdot \alpha$ per $h'/h = 0,07 \ 0,10 \ 0,15 \ 0,20 \text{ o } 0,25$. La correzione successiva di F_{me} e F'_e con i fattori ρ e ρ' non è quindi più necessaria.

In caso di Pressoflessione, per il calcolo di F_e è importante considerare la quota di armatura conseguente alla componente di forza longitudinale

$$\frac{N}{\sigma_{eU} / \nu}$$

con le seguenti condizioni:

Bst I	$\nu = 1.75$	$\sigma_{eU} / \nu = 1.26 \text{ t/cm}^2$
Bst III	$\nu = 1.75$	$\sigma_{eU} / \nu = 2.40 \text{ t/cm}^2$
Bst IV	$\nu = 1.75$	$\sigma_{eU} / \nu = 2.86 \text{ t/cm}^2$

Questi valori sono tabellati sul cursore.

9.2 Procedura con impiego del parametro k_e

In caso di armatura semplice sarà:

$$F_e = \frac{M_e}{h} \cdot k_e + \frac{N}{\sigma_{eU} / \nu}$$

Per ottenere il valore k_e è sufficiente impostare il valore di k sulla piccola scala inclinata nella parte inferiore del fisso utilizzando l'indice curvo appropriato in funzione del tipo di acciaio di classe I, III o IV. La linea di fede centrale del cursore visualizza k_e sulla scala D (fig. 8)

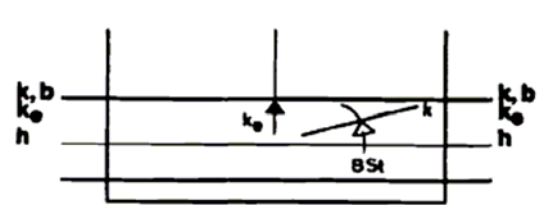


Fig. 8

Per ulteriori calcoli, è altrettanto utile dividere k_e per h , impostato sulla scala C, e moltiplicarlo per M_e , cioè

$$\frac{k_e}{h} \cdot M_e \quad \text{anzichè} \quad \frac{M_e}{h} \cdot k_e$$

che numericamente è la stessa cosa (Fig. 9).

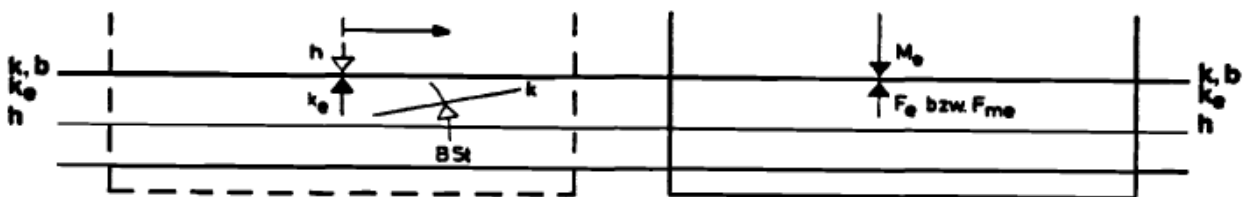


Fig. 9

Nel caso di doppia armatura sarà:

$$F_e = \frac{M_e}{h} \cdot k_e \rho + \frac{N}{\sigma_{eU} / \nu}$$

$$F'_e = \frac{M_e}{h} \cdot k'_e \rho'$$

Per ottenere ρ e k_e , k deve essere impostato in base al rapporto h'/h utilizzando uno dei raggi del ventaglio di indici 0.07, 0.15, 0.20, o 0.25, inoltre è indicativo anche il valore di m_e , determinabile sulla scala m_e sulla parte superiore del fisso, leggibile per mezzo dell'indice rosso m_e in alto a destra del cursore.

Impostato così il valore di m_e , se ora si porta a coincidere con la linea di fede mediana del cursore il valore di k sulla scala C, in corrispondenza del 10 all'estremità destra della scala C si leggerà il valore del prodotto $k_e \cdot \rho$ (Fig. 10).

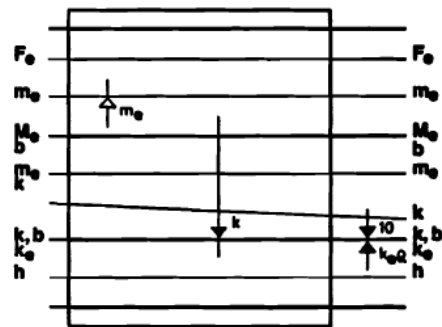


Fig. 10

Si prevede quindi, analogamente al caso dell'armatura semplice

$$\frac{k_e \cdot \rho}{h} \cdot M_e \quad \text{anzichè} \quad \frac{M_e}{h} \cdot k_e \cdot \rho$$

Moltiplicando il risultato per il fattore α , si leggerà nello schema di impostazione anche:

$$\frac{k_e \cdot \rho}{h} \cdot M_e \cdot \alpha = F'_e$$

poiché $\alpha \cdot k_e \cdot \rho = k'_e \cdot \rho'$ deriva che

$$F'_e = \frac{M_e}{h} \cdot k'_e \cdot \rho' = \alpha \cdot \frac{M_e}{h} \cdot k_e \cdot \rho$$

In caso di tensoflessione, l'armatura si dimensiona come per un caso di doppia armatura con flessione semplice, considerando a parte il contributo dello sforzo longitudinale di trazione

$$\frac{N}{\sigma_{eU} / \nu}$$

(cfr. punto 9.1)

9.3 L'ordine di grandezza per F_e e F'_e

Per il calcolo di k nel paragrafo 9.1 è:

$$F_{me} [cm^2] = \frac{h [cm]}{k} \cdot b [m] \cdot \frac{\beta_R}{\beta_R^*}$$

con $\beta_R^* = 220 \text{ kg/cm}^2$ come valore fisso e considerata la disposizione delle scale speciali per il cemento armato dell'ARISTO-Stahlbeton 940, nonché la disposizione degli indici B_n sul cursore. E' pertanto:

$B_n 150 \beta_R = 105$	$\beta_R / \beta_R^* = 0.48$
$B_n 250 \beta_R = 175$	$\beta_R / \beta_R^* = 0.80$
$B_n 350 \beta_R = 230$	$\beta_R / \beta_R^* = 1.05$
$B_n 450 \beta_R = 270$	$\beta_R / \beta_R^* = 1.23$
$B_n 550 \beta_R = 300$	$\beta_R / \beta_R^* = 1.36$

Già fermandosi alla prima cifra decimale, è in genere sufficiente una approssimazione grossolana, quindi si può porre $\beta_R / \beta_R^* \approx 1$, pertanto sarà

$$F_{me} [cm^2] \approx \frac{h [cm]}{k} \cdot b [m]$$

Per il calcolo di k_e nel paragrafo 9.2 è:

$$F_{me} [cm^2] = \frac{M_e [tm]}{h [m]} \cdot k_e$$

oppure:

$$F_{me} [cm^2] = \frac{M_e [tm]}{h [cm]} \cdot 100 k_e$$

k_e è un numero compreso tra $0.30 \div 1.20$. Di conseguenza, $100 k_e$ è un numero compreso fra 30 e 120. Per la componente normale è:

$$\Delta F_{me} [cm^2] = \frac{N[t]}{\sigma_{eU} / \nu [t/cm^2]}$$

L'area dell'armatura compressa F'_e si determina facilmente in funzione di F_{me} perché il fattore α viene immediatamente letto come fattore principale.

10. Sezioni non rettangolari

Le sezioni non rettangolari possono essere trattate esattamente come rettangolari, se la forma della sezione reagente $x = k_x \cdot h$ è rettangolare (Fig. 11).

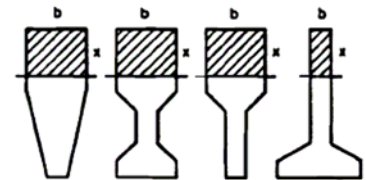


Fig. 11

Se la sezione trasversale in corrispondenza della zona reagente non è esattamente rettangolare, ma quasi, con buona approssimazione si può ancora considerare la sezione reagente come rettangolare con larghezza pari alla larghezza minore della sezione reagente (Fig. 12).

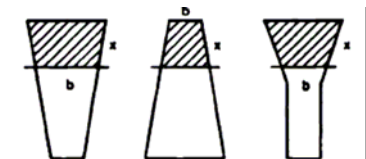


Fig. 12

10.1 Travi a T

Il progetto di travi a T con sezione tozza può essere riferito ad una sezione rettangolare con larghezza di sostituzione b , determinata in base alla seguente tabella:

d/h =										b/b _o =							
0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	
k _x =										100 · λ =							
0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	100	100	100	100	100	100	100	
	0,50	0,44	0,39	0,33	0,28	0,22	0,17	0,11	0,06	99	99	99	99	99	99	98	
		0,50	0,44	0,38	0,31	0,25	0,19	0,13	0,06	97	96	95	95	95	94	94	
			0,50	0,43	0,36	0,29	0,21	0,14	0,07	95	92	90	89	89	88	87	
				0,50	0,42	0,33	0,25	0,17	0,08	91	87	84	82	81	80	79	
					0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	87	81	77	75	73	71	70	
						0,50	0,38	0,25	0,13	83	75	70	66	64	62	60	
							0,50	0,33	0,17	79	69	62	58	55	53	50	
								0,50	0,25	75	62	55	50	46	44	40	
									0,50	71	56	47	42	37	34	30	

(coefficiente λ_b per la determinazione della larghezza di sostituzione della zona rettangolare reagente per la progettazione di travi a T.
- dal n° 220 del Deutschen Ausschusses für Stahlbeton)

In prima approssimazione si stima un valore di k_x e con la tabella precedente si determina il valore di 100λ in funzione del rapporto d/h e b/b_0 . Quindi si effettua l'impostazione per una sezione rettangolare di larghezza equivalente $b_i = \lambda \cdot b$. Con il valore risultante k_x si può reiterare, se necessario, il procedimento e migliorare il dimensionamento.

Come specificato nella sez. 220 delle DIN 4224, i valori di k_n^* sono rispettati finché l'assetto di impostazione non evidenzia valori α . Conviene evitare travi a T con armatura doppia ($\alpha > 0$) per le ragioni indicate nelle DIN 4224.

Le travi a T con sezione trasversale sottile ($b/b_0 > 5$) possono essere calcolate con le tabelle di base DIN 4224

11 Larghezza limite a rottura

11.1 Larghezza massima di apertura a fessurazione

La verifica a fessurazione secondo DIN 1045, sezione 17.6.2, può essere effettuata con l'ARISTO-Stahlbeton 940 molto velocemente e facilmente.

Qui di seguito vengono forniti i seguenti rapporti:

1. Larghezza di rottura = piccola
2. Acciaio tipo I liscio $r = 40$
Acciaio tipo III nervato $r = 80$
Acciaio tipo IV nervato $r = 80$,
3. Quota carichi permanenti = 70%.

Il valore di k letto in precedenza, viene posto sulla scala verde k_d utilizzando l'appropriato indice verde in funzione del tipo di acciaio utilizzato (I, III, IV). In corrispondenza dell'indice B_n relativo alla classe di calcestruzzo si leggerà d in mm sulla scala $\max_d$ (Fig. 13).

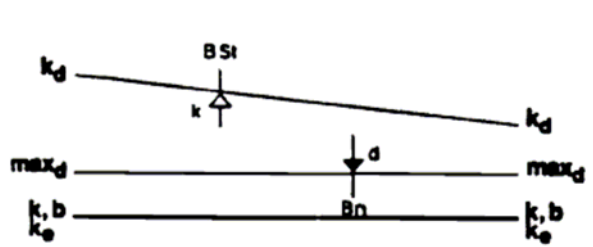


Fig. 13

Per questa impostazione e lettura è sufficiente un solo spostamento dello scorrevole (ovvero del cursore). Sicché il cursore (ovvero lo scorrevole) può restare fermo sull'impostazione precedente.

La determinazione della massima apertura di fessurazione può dunque essere fatta sia prima che dopo l'impostazione generale del regolo, ma comunque sempre prima del calcolo dell'armatura metallica F_e , così che il cursore possa restare sulla sua impostazione.

11.2 Conversione per altri valori r e per diverse condizioni di carico accidentale e permanente

secondo la DIN 1045, formula 21, è:

$$d = r \cdot \frac{\mu_z}{\sigma_{ed}^2}$$

Per gli altri valori di r (vedi tavola 16 delle DIN 1045) $\max_d$ può quindi essere calcolato proporzionalmente. Se il rapporto fra carichi permanenti e carichi totali è diverso da 0.7, allora $\max_d$ si modifica in proporzione:

Sarà poi:

$$\text{effettivo } d = \max_d \cdot \left[\frac{0.7}{\text{carico permanente} / \text{carico totale}} \right]^2$$

oppure

$$\text{effettivo } d \approx \max_d \cdot \left[\frac{\text{Carico totale}}{\text{Carico permanente}} \right]^2 \cdot 0.5$$

11.3 Conversione per grandi sezioni d'armatura

Se abbiamo un valore di F_e maggiore del necessario, avremo da convertire un più alto valore del fattore μ_z e un più basso valore di σ_{ed} e avremo la seguente conversione:

$$\text{effettivo } d = \max d \cdot \left[\frac{F_e \text{ utilizzato}}{F_e \text{ necessario}} \right]^3$$

E' facile effettuare questa conversione con l'ARISTO-Stahlbeton 940, utilizzando la scala d_{zul} , d_{max} all'estremità destra dello scorrevole.

Impostare il valore Necessario di F_e sulla scala F_e utilizzando l'indice B_n . Quindi impostare lo scorrevole in modo che sulla scala di conversione d_{zul} , d_{max} la linea di fede principale del cursore indichi il valore precedentemente determinato $\max d$.

Se ora il cursore viene portato sul valore effettivamente utilizzato di F_e , leggeremo sulla scala di conversione il corrispondente valore effettivo di d (Fig. 14).

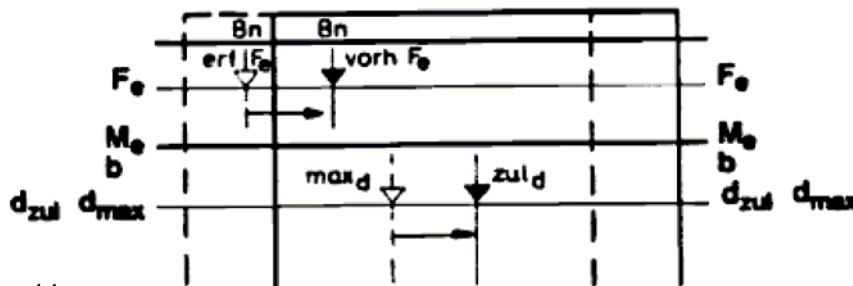


Fig. 14

12. La scelta delle barre d'armatura in base a numero (passo) e diametro

Impostare il valore da calcolo di F_e sulla scala A e posizionare lo scorrevole in modo che esso corrisponda al numero n delle barre d'armatura sulla scala B. L'indice c sulla scala C (circa 1.13) si verrà così a posizionare in corrispondenza del diametro richiesto sulla scala D.

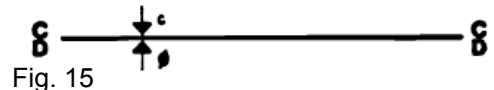
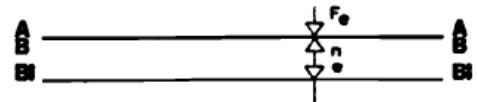


Fig. 15

Per le reti elettrosaldate, è possibile sostituire il numero n di barre tonde a metro lineare con il loro passo (che corrisponde al reciproco $1/n$). In questo caso l'impostazione si farà sulla scala Bl.

L'ordine di impostazione e di lettura possono essere scambiati a volontà. In ogni caso F_e compare sempre sulla Scala A, n sulla scala B, il passo e sulla scala Bl e il diametro $\emptyset$ sulla scala D sempre associato all'indice c della scala C.

12.1 Dimensionamento delle armature a taglio

Utilizzare l'indice 60° (circa 1,05 della scala C) al posto dell'indice c per leggere il diametro delle armature sulla scala D, in modo che in corrispondenza del numero n (sulla scala B) o del passo e (sulla scala Bl) si legge la sezione orizzontale di $n F_{es}$ delle armature piegate a 60° sulla scala A (Fig. 16).

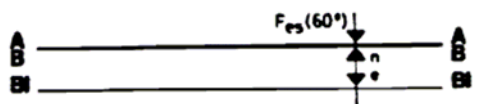


Fig. 16

Analogamente, si userà l'indice 45° all'estremità sinistra della scala C per le armature piegate a 45° (Fig. 17).

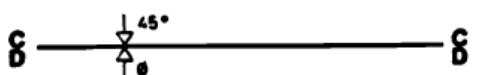
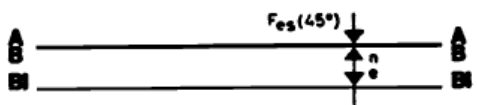


Fig. 17

Anche in questi casi l'ordine delle impostazioni è irreversibile, come indicato al precedente punto.

13. Progettazione con l'uso degli indici del cursore per n costante

Se, al posto del cursore mod. DIN 1045 n-los, si montano sull'Aristo Stahlbeton 940 i cursori L 940 / n = 15 oppure L 940 / n = 10, è possibile progettare con le procedure ad n costante = 15 o n = 10

Criteri generali di progettazione

Per progettare con un rapporto costante fra i moduli di elasticità

$$n = \frac{\text{Modulo di elasticità del Calcestruzzo}}{\text{Modulo di elasticità dell'Acciaio}}$$

si utilizza uno specifico cursore per n = 15 oppure n = 10

Sulla scala σ_b è possibile effettuare la lettura delle tensioni nel calcestruzzo da $\sigma_b = 30 \text{ kg/cm}^2$ a $\sigma_b = 200 \text{ kg/cm}^2$ per i seguenti valori della tensione nell'acciaio in t/cm^2 :

n = 15:	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6
n = 10:	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8		

L'impostazione con n = costante

Le impostazioni e le letture si effettuano in conformità allo schema di fig. 18.

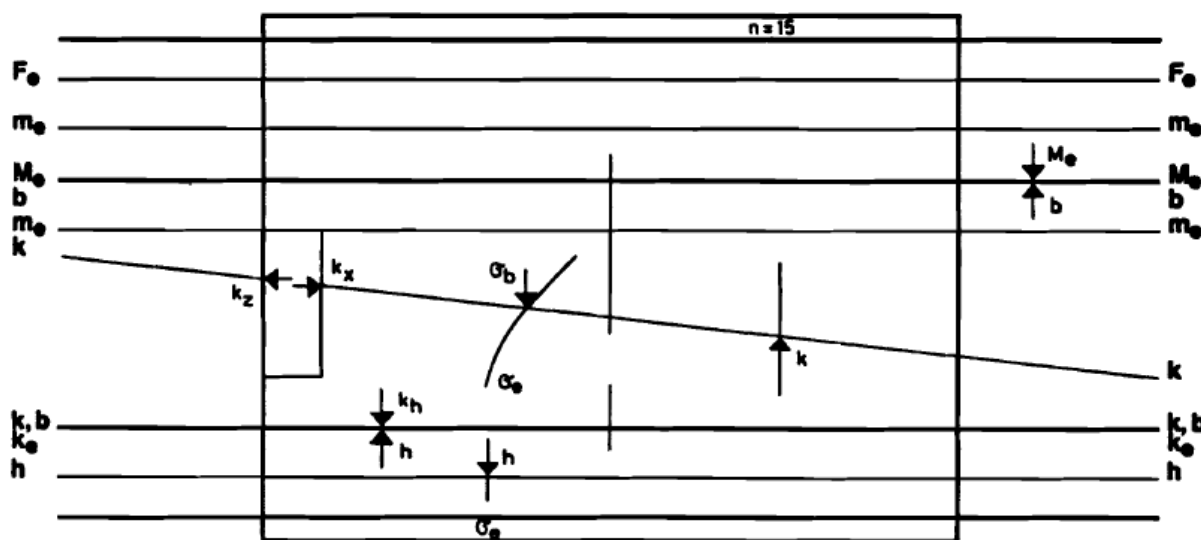


Fig. 18

Criteri di dimensionamento

Con riferimento a quanto descritto al § 5, le impostazioni e le letture si effettuano come segue:

Momento di calcolo M_e come in § 5.1

Larghezza della sezione compressa b come in § 5.2

Altezza utile come in § 5.3 ma utilizzando l'indice σ_e (tensione nell'acciaio) anziché l'indice B_n .

Classe di resistenza del calcestruzzo B_n non compare direttamente nel calcolo. Si legge invece la tensione nel calcestruzzo, confrontata con quella ammissibile, quest'ultima in funzione della classe del calcestruzzo.

Coefficiente k_z come in § 5.5, ma senza il limite superiore 0.776. Qualora non risultasse leggibile, è determinabile con la seguente relazione:

$$k_z = \frac{\sigma_e + 2/3 (n \sigma_b)}{\sigma_e + (n \sigma_b)}$$

Coefficiente k_x come in § 5.6, ma senza il limite superiore 0.538. Qualora non risultasse leggibile, è determinabile con la seguente relazione:

$$k_x = \frac{n \sigma_b}{\sigma_e + (n \sigma_b)}$$

Dilatazione del calcestruzzo ε_{b1} è soppressa

Dilatazione dell'acciaio ε_e è soppressa

Coefficiente di forma k come in § 5.9, ma la lettura avviene per mezzo dell'indice verticale k . Il tipo di acciaio compare solo indirettamente, con gli indici di tensione ammissibile σ_e .

Rapporto h'/h soppresso

Fattore α per l'incidenza dell'armatura compressa F'_e soppresso

Tensione nel calcestruzzo σ_b

La tensione del calcestruzzo viene letta sulla scala σ_b , la lunga linea diagonale sullo scorrevole (la linea di base della scala k), sulla quale la tensione del calcestruzzo varia da 30 a 200 kg/cm².

Parametro di progettazione m_e non ha particolare significato nella progettazione con n costante

Parametro di progettazione k_n può essere letto e impostato come descritto nei § 7.1 e 7.2.

Calcolo di F_e con impiego del parametro k

L'impostazione di k e la moltiplicazione per b avviene come descritto al § 9.1. La lettura è effettuata anche in questo caso sulla scala F_e , ma utilizzando l'indice σ_b , in luogo dell'indice B_n .

Calcolo di F_e con impiego del parametro k_e

L'impostazione di k sulla piccola scala k inclinata (Fig. 9) avviene con gli indici relativi alla tensione dell'acciaio σ_e sul bordo inferiore del cursore. Resta inoltre valido quanto descritto al § 9.2.

Ordine di grandezza per F_e e F'_e

Per il calcolo con k vale:

$$F_e [\text{cm}^2] = \frac{h [\text{cm}]}{k} \cdot b [\text{m}] \cdot \frac{15}{N}$$

per il calcolo con k_e resta invariato quanto descritto al § 9.3.

Sezioni non rettangolari

Si applicano gli stessi principi descritti al § 10.

Progettazione di travi a T

A rigor di logica, vale quanto descritto nella Sezione 10.1. Per calcolare il valore di λ , tuttavia, sono necessari i valori di k_x , d/h , e b_0/b desunti dalle pertinenti tabelle (ad esempio tab. 16 delle vecchie DIN 4224).

Larghezza limite a rottura

Tale grandezza non è usuale nel calcolo con n costante.

Scelta delle barre d'armatura

Si applica quanto descritto ai § 12 e 12.1

14. Esempi numerici con le norme DIN 1045 n-los

14.1 Progetto di una trave a sezione rettangolare

Esempio 1: Progetto di una sezione rettangolare inflessa

$b = 0,25 \text{ m}$ $h = 45 \text{ cm}$ $M = 8 \text{ tm}$ $N = 0$ $B_n 250$ BSt 42/50 RU (III).

Calcoli preliminari: nessuno, in quanto $M_e = M$ per $N = 0$

Impostazioni:

Impostare $b = 0,25$ sulla scala b dello scorrevole in corrispondenza di $M_e = 8$ sul lato sinistro della scala M_e . In corrispondenza di $h = 45$ sulla scala D , si legge $k_h = 7,96$ sulla scala C . Quindi posizionare il cursore in modo che l'indice $B_n 250$ si collochi in corrispondenza di 45 sulla scala h

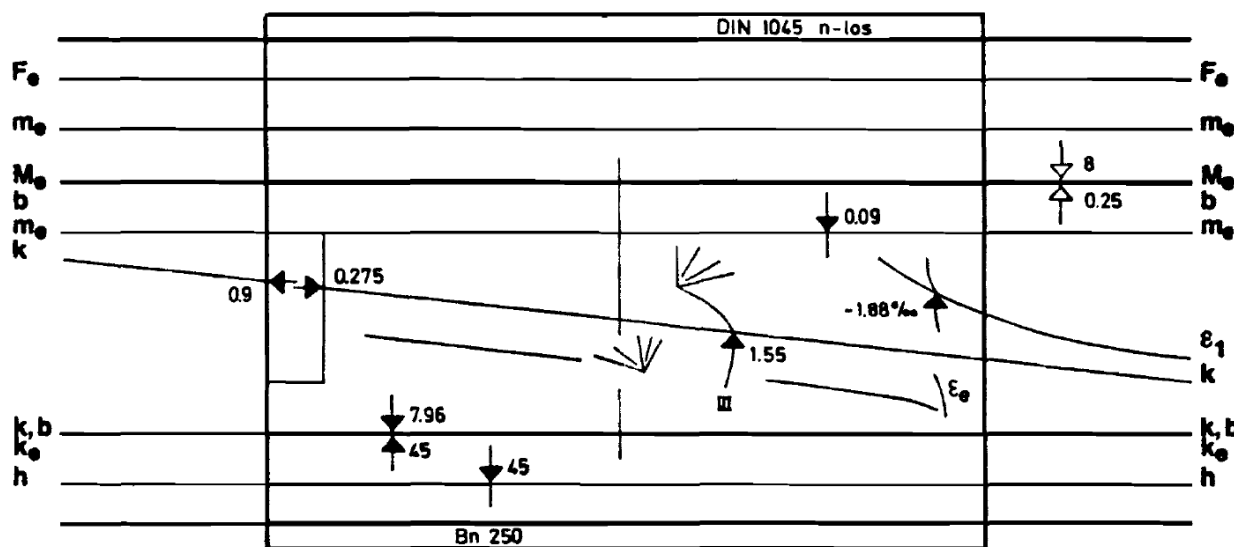


Fig. 19

Letture (vedi Fig. 3 e Fig. 19):

$k_z = 0,9$ $k_x = 0,275$ $m_e = 0,09$ $\epsilon_{b1} = -1,88\text{‰}$ $\epsilon_e = 5\text{‰}$ (fuori scala)
 $k = 1,55$ (in corrispondenza dell'indice III) $\alpha = \text{fuori scala} \rightarrow \text{armatura semplice}.$

Calcolo di F_e con il parametro k (vedi figg. 6 e 7):

Portare l'indice $B_n 250$ in corrispondenza di $h = 45$ e muovere lo scorrevole in modo che sulla scala C , in corrispondenza della linea di fede del cursore, si legga il valore di k letto precedentemente sulla scala inclinata k (1.55). Spostare il cursore verso destra portando su $b = 25$ della scala C la linea di fede principale. In corrispondenza dell'indice $B_n 250$ si leggerà allora sulla scala superiore F_e il valore dell'armatura tesa $F_{me} = 8,25$. Non essendovi sforzo normale, sarà $F_e = 8,25 \text{ cm}^2$.

Calcolo di F_e con il parametro k_e (vedi figg. 8 e 9) :

impostare l'indice curvo III in basso a destra nel cursore in corrispondenza di $k = 1,55$ della piccola scala inclinata k della parte inferiore del fisso. Così facendo, si leggerà sulla scala D : $k_e = 0,465 \rightarrow 100 k_e = 46,5$. Dividendo per $h = 45 \text{ cm}$ e moltiplicando per $M_e = 8$ risulta:

$$F_e = (46,5 / 45) \cdot 8 = 8,26 \text{ cm}^2$$

Verifica a fessurazione (vedi figg. 13 e 20):

Ponendo l'indice verde III del cursore su 1.55 della scala inclinata k_d all'estremità sinistra dello scorrevole, si leggerà $d = 28,5 \text{ mm}$ sulla scala verde $\max_d$ posta anch'essa all'estremità sinistra dello scorrevole, in corrispondenza dell'indice verde $B_n 250$ del cursore. La verifica a fessurazione è positiva se dunque si adottano armature metalliche aventi $\varnothing < 28,5 \text{ mm}$.

Sceita dell'armatura metallica:

Si vogliono inserire quattro barre metalliche. Dividendo 8.25 della scala A per 4 della scala B, si leggerà l'area della singola barra (2.06 cm^2) sulla scala A e, in corrispondenza dell'indice c sulla scala C, si leggerà il diametro corrispondente $d = 16,2 \text{ mm}$ sulla scala D. Poiché dunque $4 \text{ } \varnothing 16$ risultano lievemente insufficienti, si sceglieranno $1 \text{ } \varnothing 18 + 3 \text{ } \varnothing 16$. Dalla tabella posta sul retro del regolo si trova che ciò equivale a $2.54 + 6.03 = 8,57 \text{ cm}^2$ di armatura metallica.

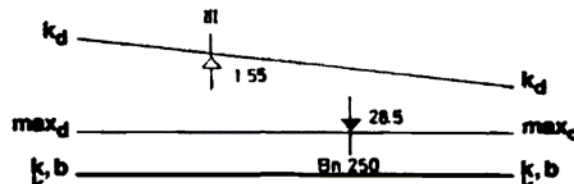


Fig. 20

14.2 Confronto con la tabella 2 dell'allegato 220, Deutscher Ausschluß für Stahlbeton

Esempio 2:

Determinare i fattori k_z e k_x e le dilatazioni ε_{b1} e ε_e con riferimento a $m_e = 0,15$ e confrontare con la tabella 2 della sez. 220 delle Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

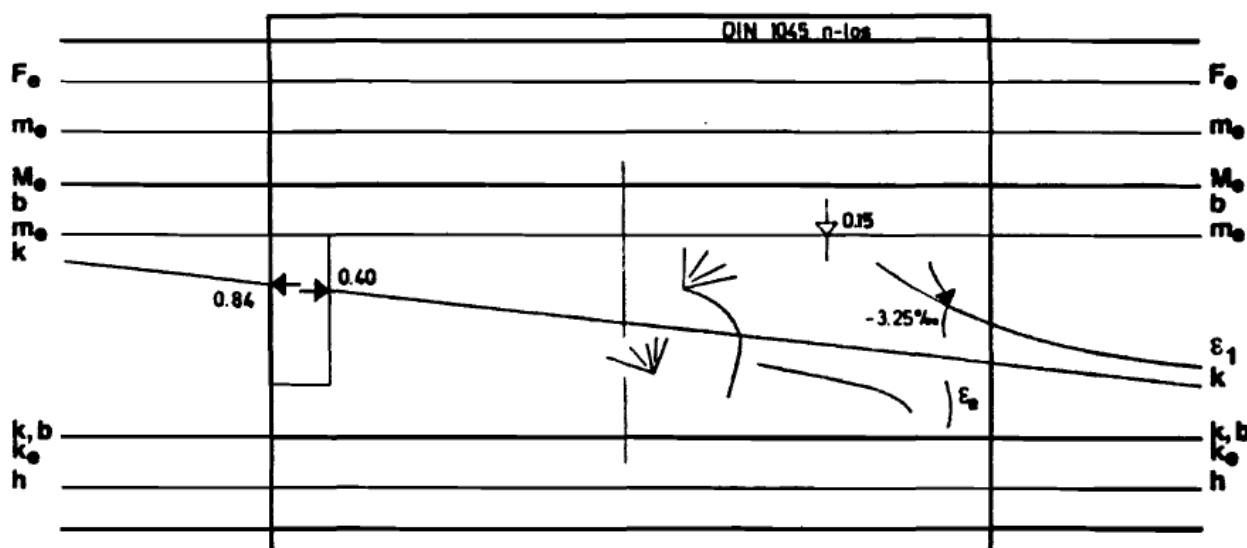


Fig. 21

Impostazioni:

Indipendentemente dalla posizione dello scorrevole, impostare l'indice rosso m_e (lato destro del cursore) su 0.15 della scala m_e dello scorrevole (tra .10 e .20).

Lecture:

$k_z = 0,84$ $k_x = 0,40$ $\varepsilon_{b1} = -3,25 \text{ ‰}$ $\varepsilon_e = 5 \text{ ‰}$ (fuori scala).

Tali risultati coincidono con quanto riportato nella tabella 2 sez. 220 delle Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

14.3 Confronto con la tabella 5 dell'allegato 220 Deutscher Ausschluß für Stahlbeton

Esempio 3:

Determinare i fattori k_z e k_x e le dilatazioni ε_{b1} e ε_e con riferimento a $k_h = 7.3$, con calcestruzzo $B_n 350$ e acciaio BSt 42/50 RU (III) e confrontare i risultati con la tabella 5 della sez. 220 delle Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

Impostazioni:

Impostare $k_h = 7.3$ sulla Scala C su un valore qualsiasi h della scala D (in questo caso può risultare comodo scegliere $h = 10$ all'estremità destra della scala), quindi posizionare l'indice $B_n 350$ del cursore sul medesimo valore di h (in questo caso a metà della scala inferiore h del fisso), oppure lasciare lo scorrevole

in posizione normale cioè con le scale principali coincidenti una sull'altra, quindi spostare il cursore facendo coincidere l'indice B_n 350 sul valore $k_h = 7.3$ della scala h (vedi fig. 22).

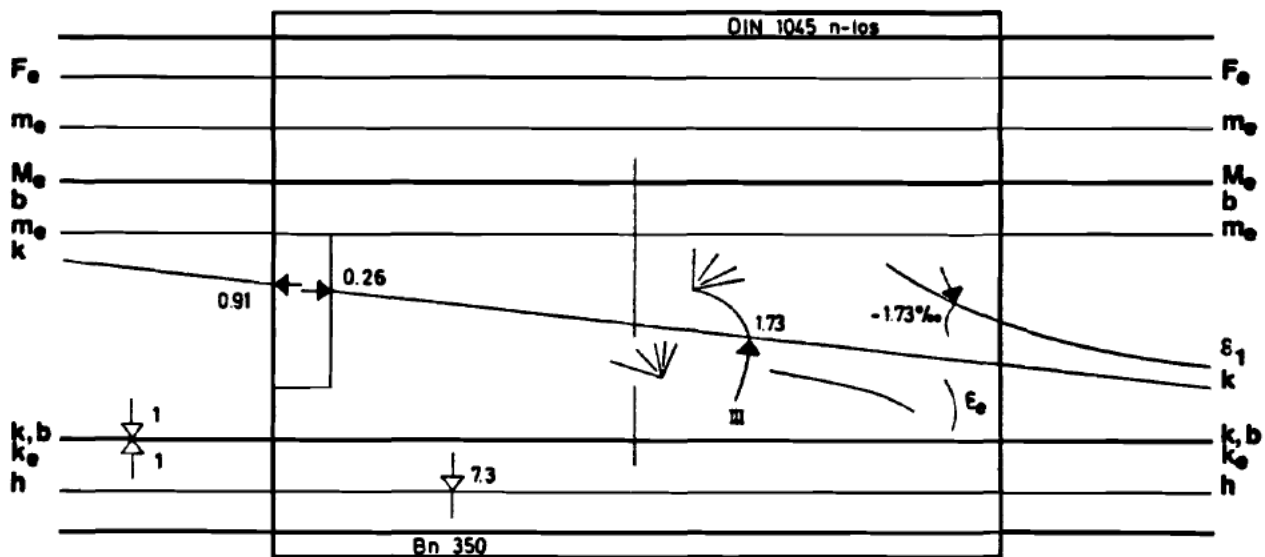


Fig. 22

Letture:

$k_z = 0.91$ $k_x = 0.26$ $\varepsilon_{b1} = -1.73\text{‰}$ $\varepsilon_e = 5\text{‰}$ (fuori scala).
 $k = 1.73$ $\alpha = 0$ (fuori scala)

Una volta noto k , portando l'indice curvo III della parte inferiore del cursore sul valore $k = 1.73$ sulla breve scala obliqua k sulla parte inferiore del fisso, si legge sulla scala D : $k_e = 0.46 \rightarrow 100 k_e = 46.0$.

Tali risultati coincidono con quanto riportato nella tabella 5 sez. 220 delle Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Eventuali differenze dipendono dall'arrotondamento dei valori della tabella, in particolare dei valori k_h a 2 cifre.

14.4 Progettazione di un solaio di copertura

Esempio 4: Progetto di un solaio di copertura

$d/h = 10 \text{ cm} / 8 \text{ cm}$ $M = 1.28 \text{ tm}$ $N = 0$ Calcestruzzo B_n 250 Acciaio BSt IV.

Calcoli preliminari:

dalle DIN 1045 sez. 17.2.1 M dovrebbe essere nel rapporto $15 / (h+5)$, quindi superiore al dato di progetto, cioè

$M = 1.28 \cdot 15/13 = 1.48 \text{ tm}$ $M_e = M = 1.48$ con $N = 0$.

Impostazioni:

Impostare l'origine di sinistra della scala b dello scorrevole in corrispondenza di $M = 1.48$ sul lato sinistro della scala M_e del fisso. In corrispondenza di $h = 8$ sulla scala D si leggerà $k_h = 6.58$ sulla scala C .

Porre l'indice B_n 250 del cursore su $h = 8$ della scala inferiore h del fisso (vedi fig. 3).

Letture:

($m_e = 0.132 \rightarrow 100 m_e = 13.2$) $k_z = 0.86$ $k_x = 0.36$ $\varepsilon_{b1} = -2.76\text{‰}$
 $\varepsilon_e = 5.0\text{‰}$ (fuori scala), $k = 1.20$ $\alpha = 0$ (fuori scala).

Progetto di F_e col parametro k :

Mantenere l'indice B_n 250 del cursore in corrispondenza di $h = 8$. Portare lo scorrevole in modo da avere 1.20 della scala C in corrispondenza della linea di fede principale del cursore e spostare poi quest'ultimo in corrispondenza di $b = 1$, cioè all'estremità di sinistra della scala C . In corrispondenza dell'indice superiore

B_n 250 del cursore si leggerà $F_e = 7.56 \text{ cm}^2$ sulla scala superiore del fisso, non essendovi sforzo normale (vedi figg. 6 e 7).

Progetto di F_e col parametro k_e :

Impostare $k = 1.20$ con l'indice IV sulla breve scala inclinata k della parte inferiore del fisso; sulla scala D si leggerà:

$$k_e = 0.41 \rightarrow 100 k_e = 41.$$

Dividendo per $h = 8$ e moltiplicando per $M_e = 1.48$ per mezzo dello scorrevole, risulta:

$$41 / 8,0 \cdot 1.48 = 7,6 \text{ cm}^2 = F_e, \text{ non essendovi sforzo normale (vedi figg. 8 e 9).}$$

Verifica a fessurazione:

Impostando $k = 1.20$ con l'indice verde IV R sulla scala k_d , si legge sulla sottostante scala $\max_d = 29.5$ con l'indice B_n 250 (vedi fig. 13).

Scelta dell'armatura metallica:

Si stabilisca di utilizzare rete elettrosaldata con barre a passo 100 mm (10 barre al metro). Impostando $F_e = 7.6 \text{ cm}^2$ sulla scala A e dividendo per 10 con la scala B, si legge $d = 0.985 \text{ cm}^2$ in corrispondenza dell'indice c della scala C, quindi si adotteranno reti $\varnothing 10 / 10 \text{ cm}$.

14.5 Progettazione di una trave a sezione rettangolare con doppia armatura soggetta a pressoflessione

Esempio 5: Progetto di una sezione rettangolare

$$b/d/h = 0.20 \text{ m} / 40 \text{ cm} / 36 \text{ cm}; \quad M = 4,4 \text{ tm}; \quad N = -15 \text{ t}; \quad \text{Cls. B}_n \text{ 150 Acciaio BSt 42/50 RU (III).}$$

Calcoli preliminari:

$$h' = 4 \text{ cm} \quad h'/h = 0.09 \sim 0.10 \quad y_e = 36 - 40/2 = 16 \text{ cm} \quad M_e = 4,4 - (-15 \cdot 0.16) = 6,8 \text{ tm (vedi par 5.1)}$$

Impostazioni:

Muovere lo scorrevole in modo che $M_e = 6.8$ sul lato sinistro della scala A coincida con $b = .20$ della sottostante scala b.

In corrispondenza di $h = 36$ sulla scala D si legge $k_h = 6.17$ sulla scala C. Spostare il cursore in modo che l'indice B_n 150 si trovi in corrispondenza di $h = 36$ sulla scala h.

Letture:

$m_e = 0,25$ (è necessario conoscerlo, se si calcola F_e con l'uso del parametro k_e).

k_z e k_x fuori scala $\epsilon_{b1} = -3.5 \text{ ‰}$ (fuori scala) $\epsilon_e = 3 \text{ ‰}$ (fuori scala $\rightarrow$ si adotta il valore limite)

$k = 0.50$ per $h'/h = 0.10$ (valore intermedio fra gli indici 0.07 e 0.15) $\alpha = 0.20$ per $h'/h = 0.10$

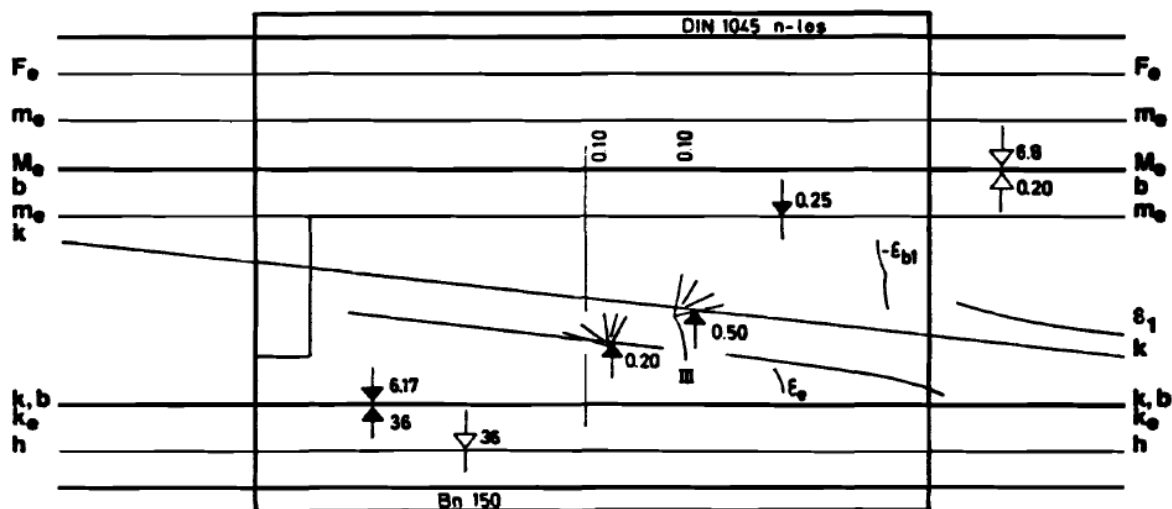


Fig. 23

Calcolo dei coefficienti:

Se assolutamente necessario, k_x può essere determinato con la relazione

$$\frac{-\varepsilon_{b1}}{-\varepsilon_{b1} + \varepsilon_e} = \frac{3.5}{3.5 + 3} = 0.538$$

k_z si calcola, come visto nel cap. 5.5, con la formula

$$k_z = \frac{1}{k_e \cdot (\sigma_{eU}/\nu)}$$

Per $k_e = 0.519$ (vedi sotto) e $\sigma_{eU}/\nu = 2.4$ è allora

$$k_z = \frac{1}{0.519 \cdot 2.4} = 0.803$$

Progetto di F_e e F'_e col parametro k :

Impostare l'indice B_n 150 del cursore su $h = 36$ e spostare lo scorrevole in modo che $k = 0.50$ della scala C venga a trovarsi sotto la linea di fede del cursore. Spostare quindi il cursore sull'indice terminale di destra 10 della scala C e, fatto ciò, spostare sotto il cursore l'origine 1 dello scorrevole. Spostando ora il cursore su $b = 0.20$ della scala C, in corrispondenza dell'indice superiore B_n 150 del cursore si leggerà sulla scala relativa nella parte superiore del fisso $F_e = 9.83 \text{ cm}^2 (= F_{me})$.

E' poi: $F_e = 9.83 + (-15/2.4) = 3.56 \text{ cm}^2$

$F'_e = 0.20 \cdot 9.83 = 1.96 \text{ cm}^2$

Progetto di F_e e F'_e col parametro k_e :

Impostare $m_e = 0.25$ sulla scala superiore m_e del fisso con l'apposito indice rosso del cursore. Sotto la linea di fede del cursore impostare $k = 0.50$ della scala C. Sotto l'origine 10 della scala C si legge sulla scala D:

$$k_e \cdot \rho = 0.519 \rightarrow 100 k_e \cdot \rho = 51.9$$

Dividendo per $h = 36$ e moltiplicando per $M_e = 6.8$ risulterà: $(51.9 / 36) \cdot 6.8 = 9.81 \text{ cm}^2 (= F_{me})$.

E' poi: $F_e = 9.81 + (-15/2.4) = 3.56 \text{ cm}^2$

$F'_e = 0.20 \cdot 9.81 = 1.96 \text{ cm}^2$

14.6 Determinazione della larghezza b

Esempio 6:

Determinare la larghezza utile di una sezione rettangolare per $M_e = 15 \text{ tm}$, $h = 42 \text{ cm}$, cls B_n 350, Acciaio BSt III, $\varepsilon_{b1} = -3.5 \text{ ‰}$, $\varepsilon_e = 5 \text{ ‰}$ (non dovrebbero essere ridotti per evitare indebolimenti).

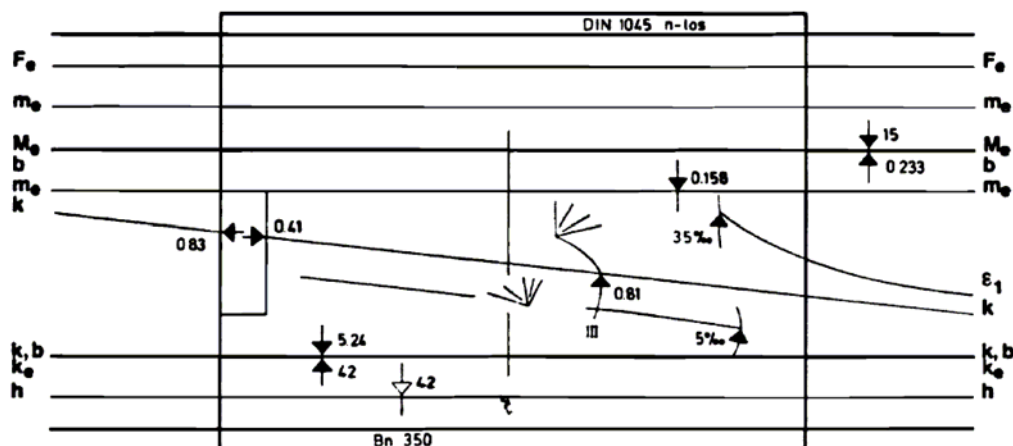


Fig. 24

Calcoli preliminari: nessuno

Impostazioni:

Non è possibile impostare b in corrispondenza di M_e , essendo un parametro da ricercare. Pertanto, impostare prima il cursore con B_n 350 su $h = 42$, poi muovere lo scorrevole in modo che sia $\epsilon_{b1} = -3,5 \text{ ‰}$ che $\epsilon_e = 5 \text{ ‰}$ siano visualizzati simultaneamente sui rispettivi indici in verde.

Lecture:

In corrispondenza di $M = 15$ sulla scala A, si legge $b = 0,233 \approx 0,24$ m sulla scala superiore b dello scorrevole, inoltre $m_e = 0,158$ (sulla scala rossa dello scorrevole), $k_z = 0,83$ $k_x = 0,41$ e $k = 0,81$.

In alternativa, si può leggere $k_h = 5,24$ sotto $h = 42$ nelle scale C e D.

Calcolo di F_e :

come per l'esempio 1

14.7 Determinazione dell'altezza utile h

Esempio 7:

Calcolare l'altezza utile di una trave rettangolare per $M_e = 15 \text{ tm}$ $b = 20 \text{ cm}$ Cls. B_n 350 Acciaio BSt III

$\epsilon_{b1} = -3,5 \text{ ‰}$ $\epsilon_e = 5 \text{ ‰}$ (non dovrebbero essere ridotti per evitare indebolimenti).

Calcoli preliminari : nessuno

Impostazioni :

Impostare $M = 15 \text{ tm}$ e $b = 0,20 \text{ m}$ spostando lo scorrevole, poi muovere il cursore in modo che $\epsilon_{b1} = -3,5 \text{ ‰}$ e $\epsilon_e = 5 \text{ ‰}$ siano visualizzati simultaneamente sui rispettivi indici in verde.

Lecture:

$h = 45,4 \approx 46 \text{ cm}$ sotto l'indice inferiore B_n 350 del cursore. Tutto il resto come negli esempi 1 e 6.

14.8 Determinazione della classe del calcestruzzo B_n

Esempio 8:

Determinare la classe di calcestruzzo B_n per una trave rettangolare avente:

$M = 15 \text{ tm}$ $b = 0,25 \text{ m}$ $h = 45 \text{ cm}$, nel caso in cui ϵ_e possa essere ridotto al 3 ‰.

Calcoli preliminari : nessuno

Impostazioni:

Impostare $M = 15 \text{ tm}$ e $b = 0,25 \text{ m}$ spostando lo scorrevole, poi spostare il cursore in modo che l'indice verde ϵ_e indichi $\epsilon_e = 3 \text{ ‰}$.

Lecture:

il valore $h = 45$ viene a cadere fra gli indici B_n 150 e B_n 250, cioè B_n 150 risulta insufficiente, quindi si adotterà B_n 250.

Impostazione alternativa:

Sempre impostando $M = 15 \text{ tm}$ in corrispondenza di $b = 0,25 \text{ m}$ sulle scale A e B, ponendo B_n 250 in corrispondenza di $h = 45 \text{ cm}$, risulta $\epsilon_e = 4,3 \text{ ‰} > 3 \text{ ‰}$, quindi la classe impostata è corretta. Tutto il resto come negli esempi 1 e 6.

14.9 Momento ammissibile M

Esempio 9: Determinare il momento ammissibile di una trave rettangolare con:

$b = 0.20 \text{ m}$ $h = 42 \text{ cm}$ Cls. classe $B_n 350$ Acciaio tipo BSt I.

Il calcestruzzo è pienamente utilizzato con dilatazioni $\varepsilon_{b1} = -3.5 \text{ ‰}$, mentre l'acciaio può essere dimensionato sulla base di dilatazioni ridotte al 3 ‰.

Calcoli preliminari: nessuno

Impostazioni:

Non è possibile impostare $b = 0.20$ in corrispondenza di M, essendo quest'ultimo l'incognita da ricercare. Pertanto, impostare prima il cursore $B_n 350$ su $h = 42$, poi muovere lo scorrevole su $\varepsilon_e = 3 \text{ ‰}$.

Letture:

Impostando come in fig. 3, per $b = .20$ si legge $M = 15,7 \text{ tm}$; $m_e = 0.193$; $k = 0.330$.
 k_z e k_x sono pari rispettivamente a 0.776 (vedi § 5.5) e 0.538 (vedi § 5.6).

Una lettura intermedia $k_h = 4.74$ sulla scala C può essere effettuata per $h = 42$ sulla scala D. Ricordarsi poi di ricollocare il cursore con $B_n 350$ su $h = 42$ della scala h!

Progetto di F_e col parametro k:

Posizionare $k = 0,330$ della scala C dello scorrevole sotto la linea di fede del cursore e spostare a sua volta questo in corrispondenza di $b = 0.20 \text{ m}$ sempre sulla scala C. Si leggerà allora $F_e = 38,1 \text{ cm}^2$ sulla scala F_e .

Progetto di F_e col parametro k_e :

Collocare l'indice I del cursore su $k = 0.330$ sulla breve scala inclinata k posta sulla parte inferiore del fisso e, conseguentemente, la linea di fede del cursore si posizionerà sulla scala D in corrispondenza di $k_e = 1,01$ ($100 k_e = 101$). Sarà allora

$$F_e = (101 / 42) \cdot 15,7 = 37,8 \text{ cm}^2$$

Valutazione dei risultati:

Un'armatura di 38.1 cm^2 corrisponde al 4.5% della sezione in calcestruzzo F_b ed è pertanto ancora ammissibile con le norme DIN 1045, sez. 17.2.3.

E' raro poter disporre una quantità di armatura metallica esattamente corrispondente a quella determinata col calcolo, soprattutto quando le barre in questione devono essere funzionali a componenti diverse quali travi, pilastri, ecc. In caso di necessità, quindi, ci si riporta al valore normale 5 ‰ della dilatazione dell'acciaio ε_e , spostando a sinistra lo scorrevole, poi si ripete l'operazione come già descritto.

Nell'esempio visto, ciò comporterebbe:

$M = 12,85 \text{ tm}$ $m_e = 0,158$ $k_z = 0,83$ $k_x = 0,41$ $k = 0,425$ $k_h = 0,524$,

In questo caso conviene progettare facendo riferimento a k_e , perché col parametro k siamo fuori scala per la lettura di F_e ³. Collocando allora l'indice I del cursore su $k = 0.425$ nella scala inclinata k, si legge $k_e = 0.955$ e, analogamente a quanto visto in precedenza, dividendo per 42 e moltiplicando per $M = 12.85$, si ottiene $F_e = 29,6 \text{ cm}^2$.

Se questo risultato non fosse accettabile, si può anche invertire la modalità di progettazione, selezionando un valore accettabile di F_e in luogo di ε_e (vedi sezione 14.10).

14.10 Momento ammissibile in funzione dell'armatura F_e

Esempio 10:

Determinare il momento ammissibile per la sezione rettangolare dell'esempio 9 nel caso in cui vi siano ragioni strutturali per adottare un'armatura metallica costituita da 6 Ø 20.

³ per usare questo metodo, occorre trasporre lo scorrevole portando la linea di fede del cursore sull'origine di destra 10 della scala C, poi portando sotto il cursore l'origine di sinistra della scala C e quindi portare il cursore in corrispondenza di $b = 0.20$ della scala C, così da leggere $F_e = 29.5$ sull'apposita scala superiore del fisso in corrispondenza di $B_n 350$. (n.d.t.)

Calcoli preliminari:

Impostare $F_e = 18,84 \text{ cm}^2$ (6 Ø 20) sulla scala F_e con l'indice B_n 350 e, per mezzo dello scorrevole, portare $b = 0.20 \text{ m}$ della scala C sotto la linea di fede del cursore.

Per leggere il valore di k , occorre ora spostare il cursore in modo da portare l'indice B_n 350 su $h = 42$. Nel caso in esame, tuttavia, ci troviamo fuori scala, quindi occorre trasporre lo scorrevole. Si porterà allora il cursore sull'origine 1 della scala C e si traspone lo scorrevole portando poi sotto il cursore l'origine di destra 10. Portando ora B_n 350 su $h = 42$ si leggerà su C il valore:

$k = 0.665$ e, come già visto nel § 9.1, si leggono gli altri parametri e si trova $F_e = 18,84 \text{ cm}^2$.

Impostazioni:

Come nell'esempio 9, posizionare l'indice B_n 350 del cursore su $h = 42$ e muovere lo scorrevole in modo da portare $k = 0.665$ della scala principale k inclinata sotto l'indice I a sinistra della linea di fede del cursore.

Letture :

$M = 8.8 \text{ tm}$ in corrispondenza di $b = 0,20$

$m_e = 0,108$ $k_z = 0,87$ $k_x = 0,31$ e, se necessario, $k_n = 6.33$ sulla scala C in corrispondenza di $h = 42$ sulla scala D.

14.11 Progettazione di travi a T

Esempio 11: Progettare una trave a T con

$b_o = 0.30 \text{ m}$ $b = 1.20 \text{ m}$ $h = 40 \text{ cm}$ $d = 12 \text{ cm}$ per $M = 40 \text{ tm}$, Cls B_n 250 e Acciaio BSt III.

Calcoli preliminari :

$b/b_o = 1.20 / 0.30 = 4$

$d/h = 12 / 40 = 0,30$

Il valore stimato per $k_x = 0.30$ è riportata nella tabella di cui al § 10.1, nella quale si legge anche:

$100 \lambda = 100 \rightarrow \lambda = 1$, quindi $b_i = b = 1,20 \text{ m}$

Impostazioni :

Collocare sotto al valore $M = 40$ della scala A il valore $b = 1.20$ della scala B (qui conviene usare la divisione in rosso all'estremità destra della scala, per evitare la fuoriuscita dello scorrevole⁴), quindi impostare il cursore con l'indice B_n 250 su $h = 40 \text{ cm}$.

Letture :

$k_x = 0.33$

Correzione:

Nella tabella di § 10.1 si trova, per $d/h = 0.30$ $k_x = 0,33$ e $b/b_o = 4$, $100 \lambda = 99$, quindi $\lambda = 0.99$ e, conseguentemente, $b_i = 0,99 \cdot 1,20 = 1,19 \text{ m}$.

Si tratta di una modesta correzione della posizione dello scorrevole per la quale, in ogni caso, resta immutata la lettura di k_x . Impostando $b = 1.19$ sotto $M = 40$ si hanno pertanto le seguenti ulteriori letture:

$m_e = 0,12$ $\varepsilon_{b1} = 2.5 \text{ ‰}$ $\varepsilon_e = 5 \text{ ‰}$ (fuori scala) $k = 1,13$.

Progetto di F_e col parametro k :

Posizionare $k = 1.13$ sotto la linea di fede del cursore spostando la scala C, quindi spostare il cursore su $b = 1.19 \text{ m}$, della scala C.

Si leggerà $F_e = 47.9 \text{ cm}^2$ sotto l'indice B_n 250 nella parte superiore del cursore.

Progetto di F_e col parametro k_e :

Impostare $k = 1.13$ sulla piccola scala inclinata k con l'indice curvo III, col ch  si legger  $k_e = 0,485 \rightarrow 100$ $k_e = 48,5$ sulla scala D. Dividendo il valore di k_e per h e moltiplicando per M si trova il valore di F_e . Quindi, dividendo per $h = 40$ e moltiplicando per 40 tm troveremo $F_e = 48.5 \text{ cm}^2$.

⁴ oppure si colloca sotto a $M = 4$ il valore $b = .12$

15. Esempi numerici con $n = 15$ ($n = 10$)

I valori fuori parentesi si riferiscono all'uso del cursore L 940 / $n = 15$, quelli tra parentesi si riferiscono al cursore L 940 / $n = 10$.

15.1 Progettazione di una trave a sezione rettangolare

Progetto di una trave a sezione rettangolare avente:

$b = 0.20$ m; $h = 42$ cm per $M = 4.1$ tm e $N = 0$ con $\sigma_e = 1.4$ t/cm² e $\sigma_b = 70$ kg/cm²

Preimpostazioni: nessuna, infatti $M = M_e$ quando $N = 0$

Impostazioni:

Impostare $M_e = 4.1$ sul lato sinistro della scala M_e in corrispondenza di $b = .24$ della sottostante scala b .

Sotto $h = 42$ sulla scala D si legge $k_h = 10.18$. Quindi si sposta il cursore posizionando l'indice inferiore $\sigma_e = 1.4$ su $h = 42$ della scala h .

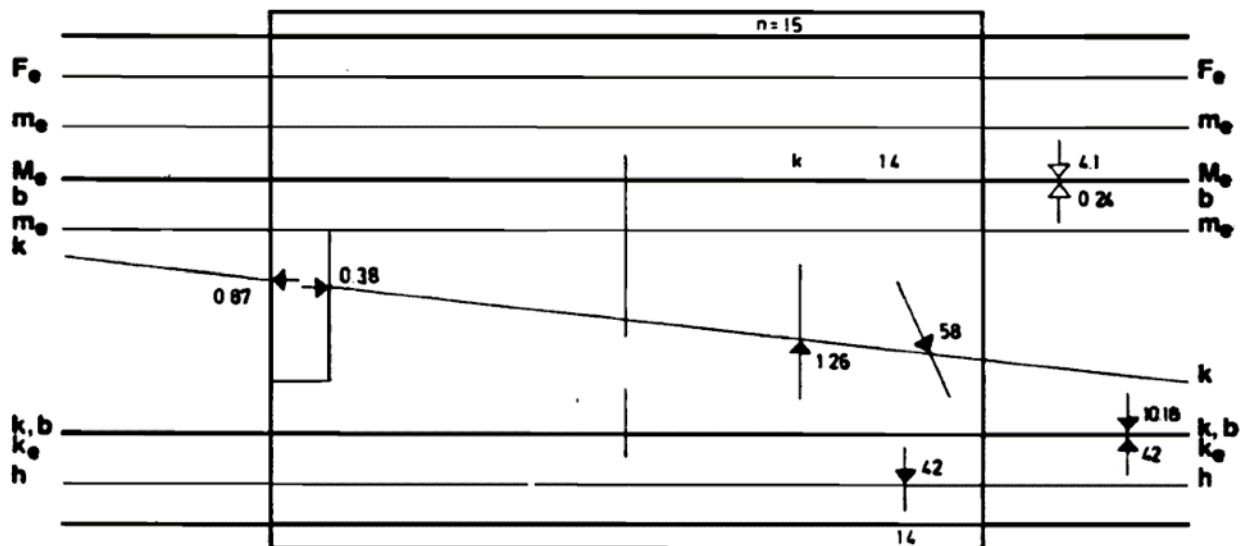


Fig. 25

Lecture (vedi fig. 25):

$\sigma_b = 58$ kg/cm² (67 kg/cm²)
 $k = 1.26$ (1.94)
 $k_z = 0.87$ (0.89)
 $k_x = 0.38$ (0.32)
 $\sigma_b < 70$ kg/cm², quindi ammissibile

Progetto di F_e con il parametro k

Posizionare l'indice inferiore del cursore $\sigma_e = 1.4$ su $h = 42$ della scala h . Mantenendo in questa posizione il cursore, spostare lo scorrevole fino a portare $k = 1.26$ (1.94) sotto la linea di fede secondaria k del cursore. Spostare il cursore verso destra portandolo su $b = 0.24$ e leggere sulla scala F_e sotto a $\sigma_e = 1.4$: $F_e = 8.01$ cm² (7.8 cm²).

Progetto di F_e con il parametro k_e

Posizionare $k = 1.26$ (1.94) sulla piccola scala inclinata k in corrispondenza dell'indice 1.4 e leggere sulla scala D : $k_e = 0.819 \rightarrow 10$ $k_e = 81.9$ (0.803 $\rightarrow$ 80.3). Dividendo per $h = 42$ cm e moltiplicando per $M_e = 4.1$ tm risulta:

$$\frac{81.9}{42} \cdot 4.1 = 8.00 \text{ cm}^2 \quad \left(\frac{80.3}{42} \cdot 4.1 = 7.84 \text{ cm}^2 \right)$$

15.2 Progettazione di un solaio di copertura

Progetto di un solaio di copertura avente rapporto $d/h = 14/12$ per:

$$M = 0.835 \text{ tm} \quad \sigma_e = 2.8 \text{ t/cm}^2 \quad e \quad \sigma_b = 80 \text{ kg/cm}^2$$

Preimpostazioni: nessuna

Impostazioni:

Impostare $M_e = 0.835$ sul lato destro della scala M_e in corrispondenza dell'origine di destra 1 della sottostante scala b . Sotto $h = 12$ sulla scala D si legge $k_h = 13.18$. Quindi si sposta il cursore posizionando l'indice inferiore $\sigma_e = 2.8$ su $h = 12$ della scala h .

Letture

$$\begin{array}{ll} \sigma_b = 55 \text{ kg/cm}^2 & (65 \text{ kg/cm}^2) \\ k_z = 0.925 & (0.935) \\ k_x = 0.23 & (0.19) \\ k = 4.47 & (6.85) \\ \sigma_b < 80 \text{ kg/cm}^2, & \text{quindi ammissibile} \end{array}$$

Progetto di F_e con il parametro k

Mantenendo posizionato il cursore con l'indice inferiore $\sigma_e = 2.8$ su $h = 12$ della scala h , spostare lo scorrevole fino a portare $k = 4.47$ (6.85) sulla scala C sotto la linea di fede secondaria k del cursore; spostare il cursore da $b = 1$ all'origine 10 della scala C . Leggere sulla scala F_e sotto a $\sigma_e = 2.8$: $F_e = 2.68 \text{ cm}^2$ (2.63 cm^2).

Progetto di F_e con il parametro k_e

Posizionare $k = 4.47$ (6.85) sulla piccola scala inclinata k in corrispondenza dell'indice 2.8 e leggere sulla scala D : $k_e = 0.386 \rightarrow 100 \text{ } k_e = 38.6$ (0.383 $\rightarrow 38.3$). Dividendo per $h = 12 \text{ cm}$ e moltiplicando per $M_e = 0.835 \text{ tm}$ risulta:

$$\frac{38.6}{12} \cdot 0.835 = 2.69 \text{ cm}^2 \quad \left(\frac{38.3}{12} \cdot 0.835 = 2.66 \text{ cm}^2 \right)$$