

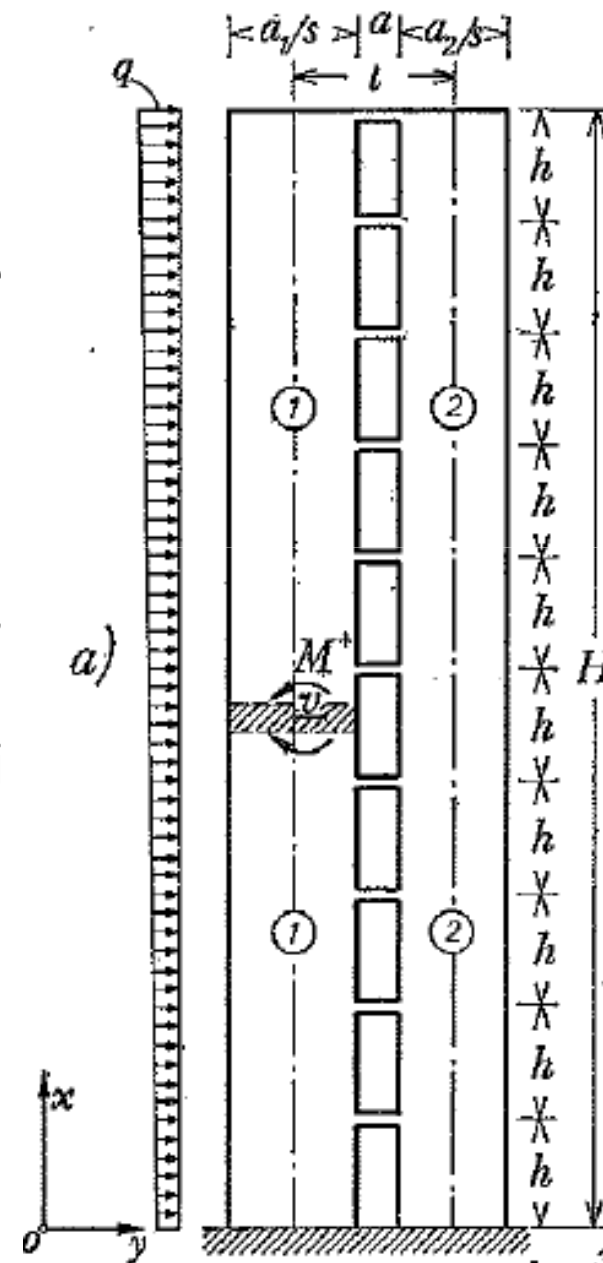
# Setti in C.A. - Trave parete forata

Rif. Bibliografico Pozzati, vol IIa pag.379

Consideriamo una parete di irrigidimento costituito da un setto in c.a. in cui sono praticate delle aperture (es. parete di un vano ascensore)

La parete viene idealizzata come un sistema formato da 2 ritti o mensole, aventi le sezioni appiattite e costanti  $a_1s_1$  ed  $a_2s_2$ , e collegati da dei traversi aventi luce  $a$  e sezione di momento di inerzia  $J_{tr}$

Pensiamo distribuite le sollecitazioni applicate ai ritti dai traversi



# Setti in C.A.

Risultano allora uguali:

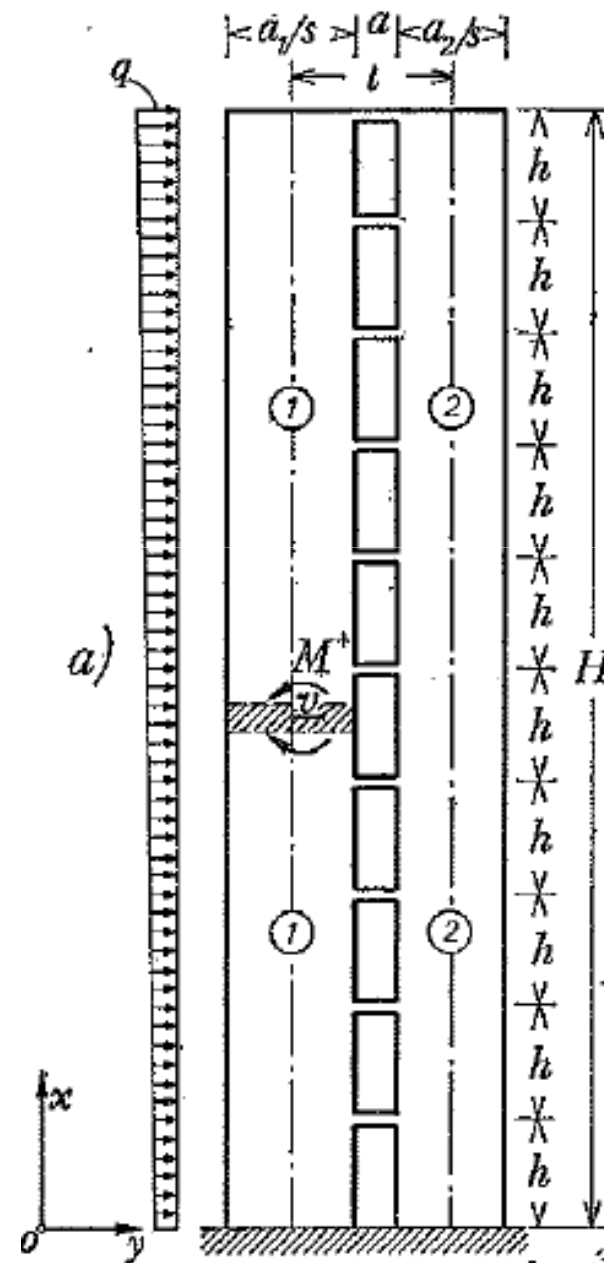
- le linee elastiche dei 2 ritri ( $v_1=v_2=v$ )
- le rotazioni delle sezioni rette ( $\varphi_1 = \varphi_2 = dv/dx$ )
- le curvature

Tra i momenti flettenti dei ritri sussiste la relazione

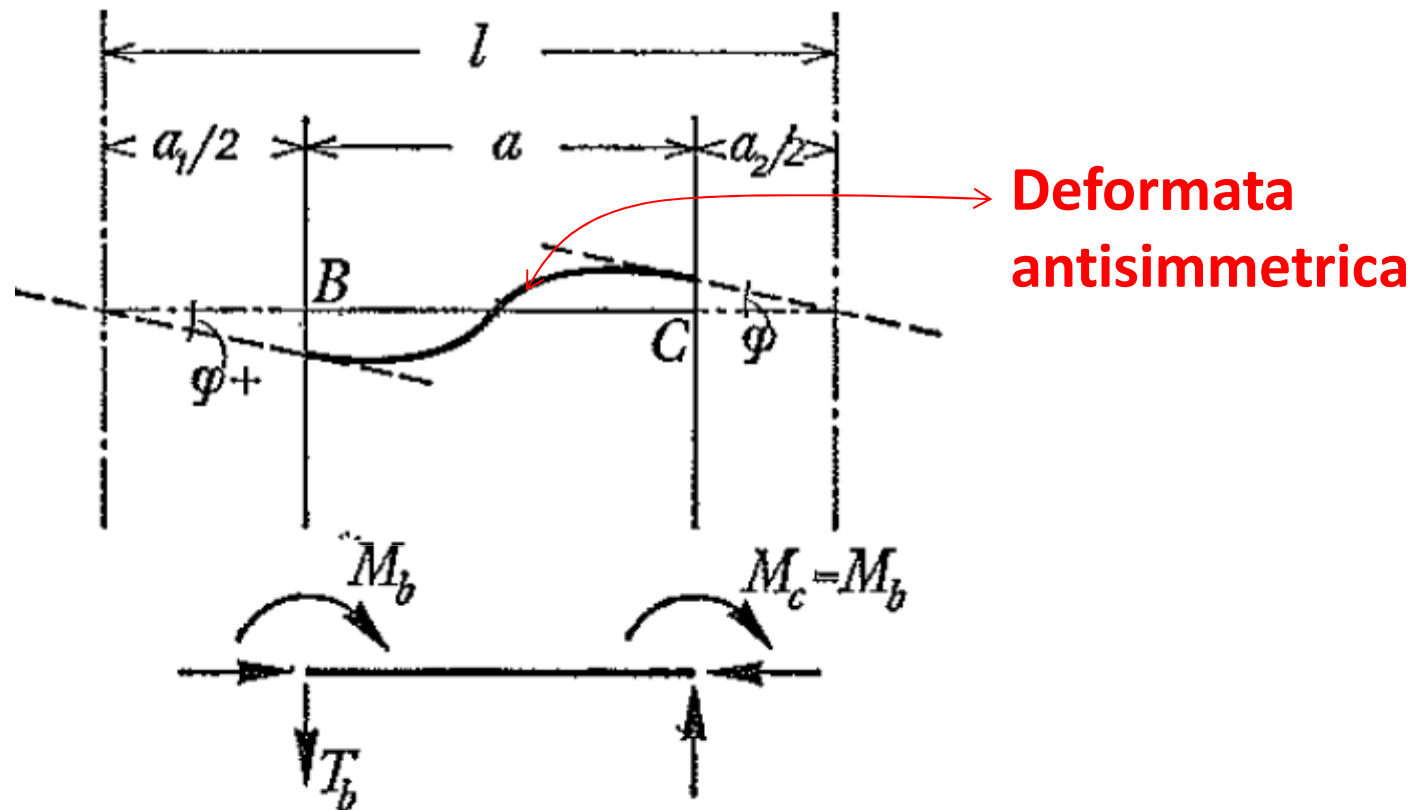
$$\frac{M_1}{J_1} = \frac{M_2}{J_2}$$

Dove:

$$J_1 = \frac{sa_1^3}{12}, \quad J_2 = \frac{sa_2^3}{12}$$



# Il traverso

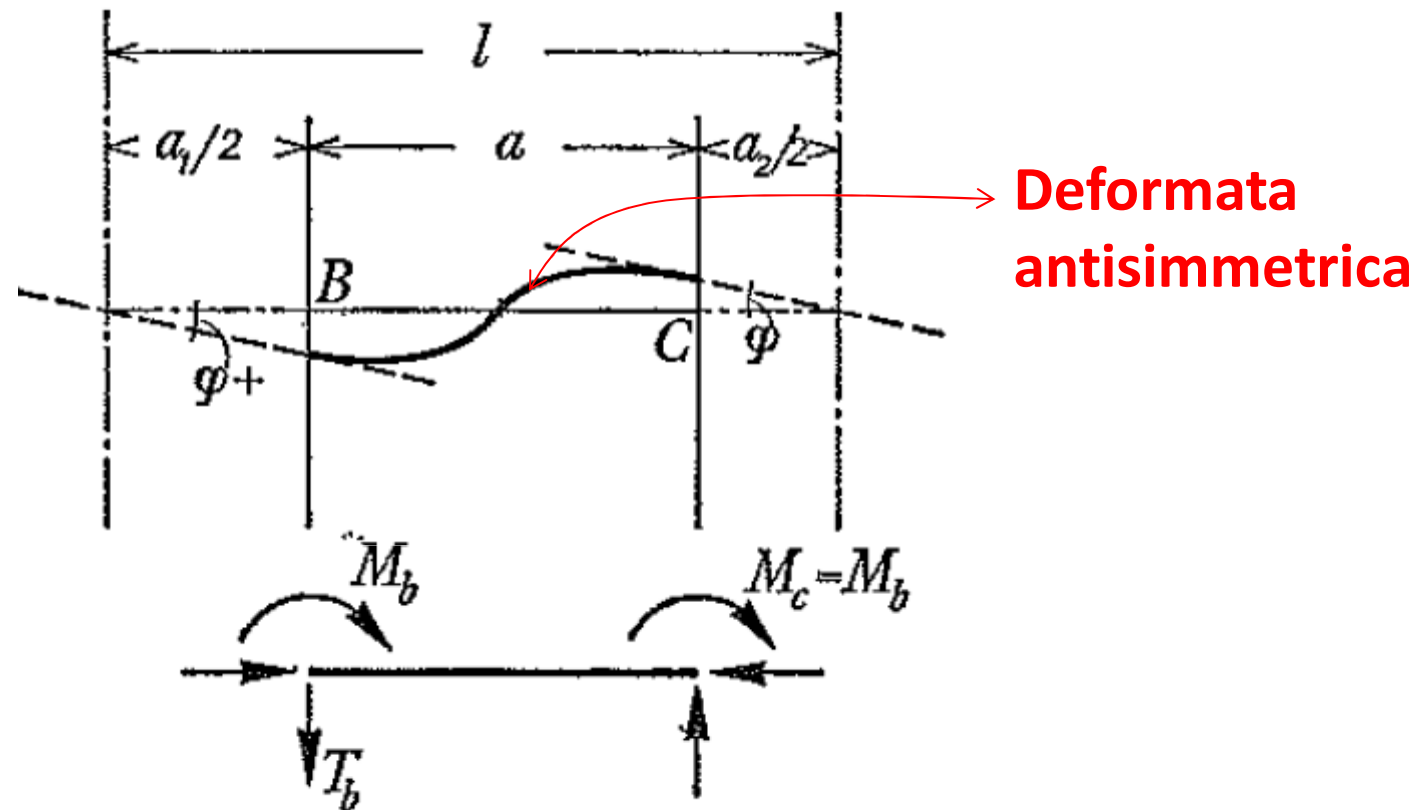


Il momento flettente si annulla in mezzeria e le sollecitazioni agli estremi valgono ( trascurando lo sforzo normale):

$$M_b = M_c = M_{tr} \qquad T_b = T_c = T_{tr} = \frac{2M_{tr}}{a}$$



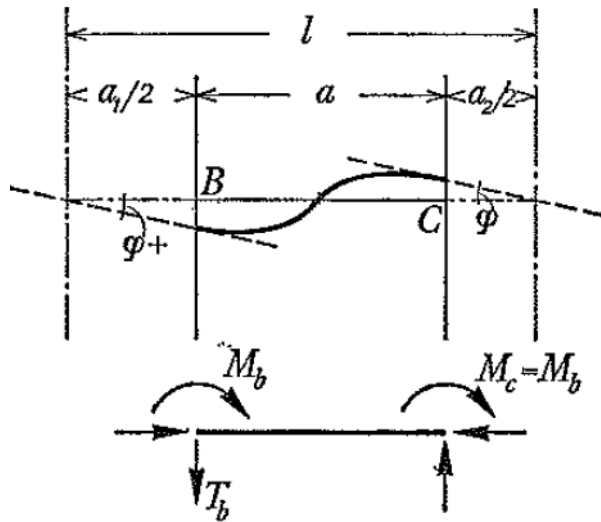
# Il traverso



Il momento flettente si annulla in mezzeria e le sollecitazioni agli estremi valgono ( trascurando lo sforzo normale):

$$M_b = M_c = M_{tr} = \frac{6EJ_{tr}l}{a^2} \varphi \quad T_b = T_c = T_{tr} = \frac{2M_{tr}}{a} = \frac{12EJ_{tr}l}{a^3} \varphi$$

# Il traverso



$$J_{tr} dx / h$$

$$M_b = M_c = M_{tr} = \frac{6EJ_{tr}}{a^2} l\phi$$

**Cui corrisponde il taglio**

$$t dx = \frac{12EJ_{tr}l}{a^3} \phi \frac{dx}{h} = \frac{k}{l} \phi dx$$

**dove**

$$k = \frac{12EJ_{tr}l^2}{a^3 h}$$

# Setti in C.A.

Rif. Bibliografico  
Pozzati, vol IIa pag.379

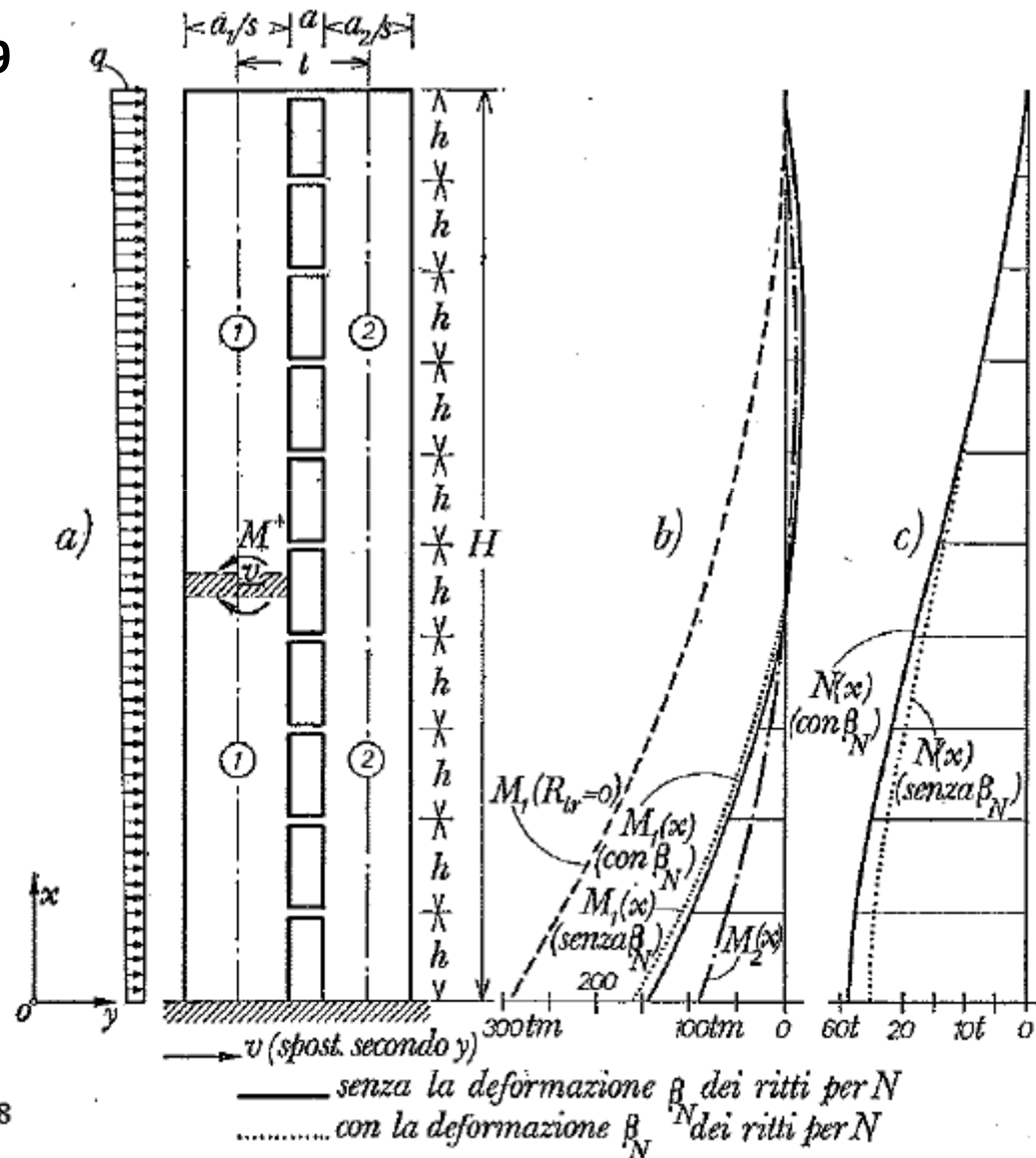


Fig. 16.8

# Setti in C.A.

**Il momento flettente sull'intera mensola costituita dai due ritti vale**

$$M(x) = M_0(x) + \int_x^H (tdx)l = M_0(x) + k \int_x^H dv = M_0(x) + k[v(H) - v(x)]$$

**Dove  $M_0$  è il momento dovuto ai carichi esterni ed  $l$  è la distanza tra gli assi dei ritti**

**Tra la linea elastica  $v(x)$  ed  $M$  sussiste la relazione:**

$$EJ_{\text{tot}} \frac{d^2v}{dx^2} = -M(x)$$

**dove**

$$J_{\text{tot}} = J_1 + J_2 = \frac{s}{12} (a_1^3 + a_2^3)$$



# Setti in C.A.

L'equazione  $EJ_{\text{tot}} \frac{d^2 v}{dx^2} = -M(x)$  dove

$$J_{\text{tot}} = J_1 + J_2 = \frac{s}{12} (a_1^3 + a_2^3)$$

$$M(x) = M_0(x) + \int_x^H (tdx)l = M_0(x) + k \int_x^H dv = M_0(x) + k[v(H) - v(x)]$$

**Diventa**

$$\frac{d^2 v(x)}{dx^2} - \alpha^2 v(x) = -\frac{M_0(x) + kv(H)}{EJ_{\text{tot}}} \quad \alpha^2 = \frac{k}{EJ_{\text{tot}}}$$

**Che ammette l'integrale generale somma della soluzione particolare  $v_p$  e della soluzione dell'omogenea associata**

$$v(x) = A \cosh \alpha x + B \sinh \alpha x + v_p(x)$$

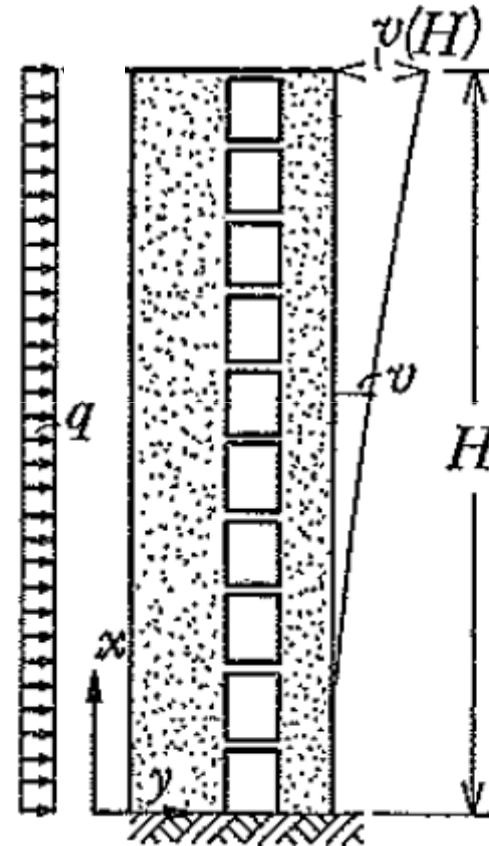
**Dove A e B sono costanti da determinare imponendo le condizioni al contorno**

# Integrali particolari

**Carico uniforme  $q$  (rivolto secondo  $y > 0$ )**

$$M_0(x) = -\frac{q(H-x)^2}{2}$$

$$v_p(x) = v(H) + \frac{M_0(x)}{k} - \frac{qEJ_{\text{tot}}}{k^2}$$

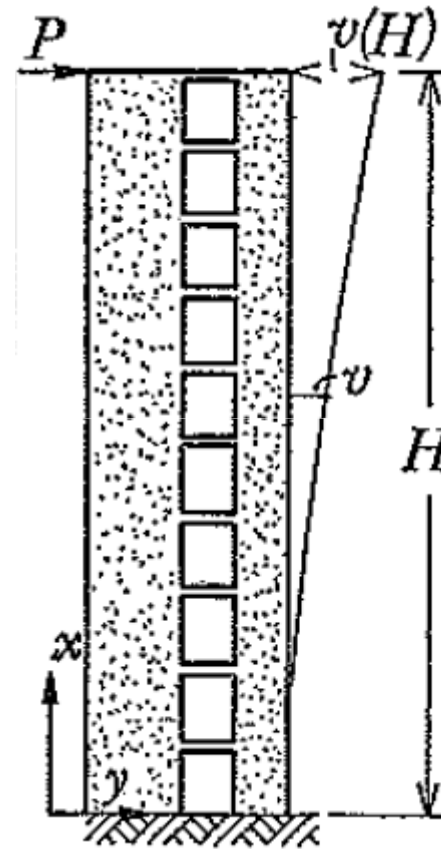


# Integrali particolari

**Carico concentrato P**

$$M_0(x) = -P(H - x)$$

$$v_p(x) = v(H) + \frac{M_0(x)}{k}$$



# Sollecitazioni

**Nota la linea elastica, si ricavano le sollecitazioni**

**Per esempio per il ritto i-esimo in caso di carico distribuito  $q$**

$$M_i(x) = -EJ_i v''(x) = -EJ_i \alpha^2 (A \cosh \alpha x + A \sinh \alpha x) + EJ_i \frac{q}{k}$$

**Lo sforzo normale al livello  $x$  è**

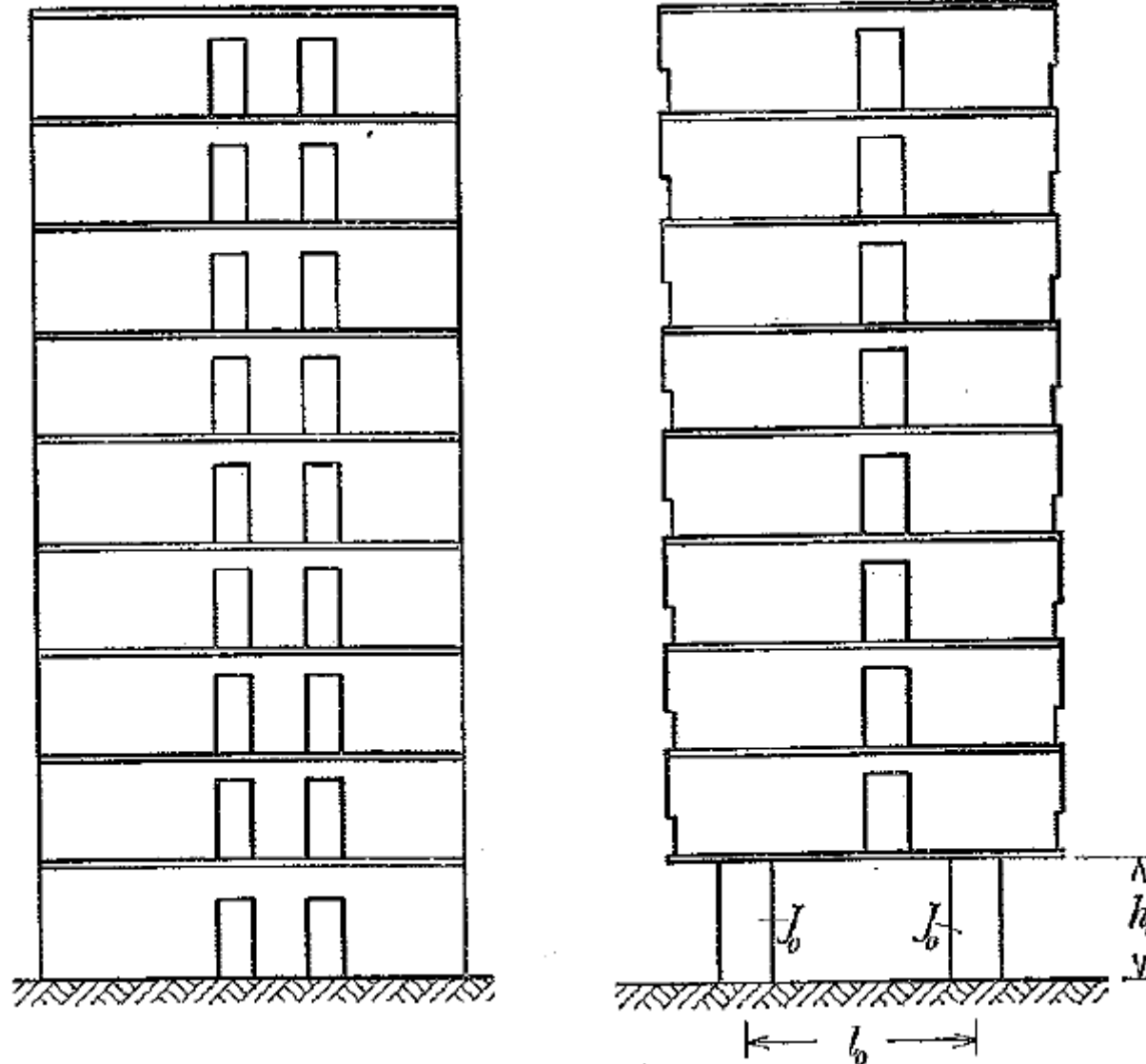
$$N_i(x) = \int_x^H dN_i = \frac{k}{1} \int_x^H dv = \frac{k}{1} [v(H) - v(x)]$$

**Per un traverso**

$$M_{tr} = \frac{6EJ_{tr} l}{a^2} \frac{dv}{dx}$$

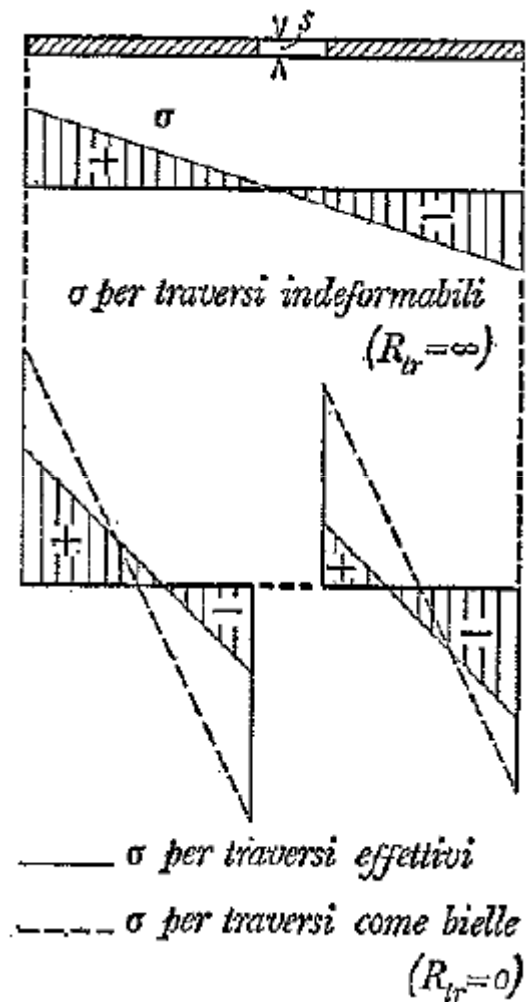
# Estensioni

Si possono trattare anche casi di due file di aperture o pareti su pilastri



# Osservazioni

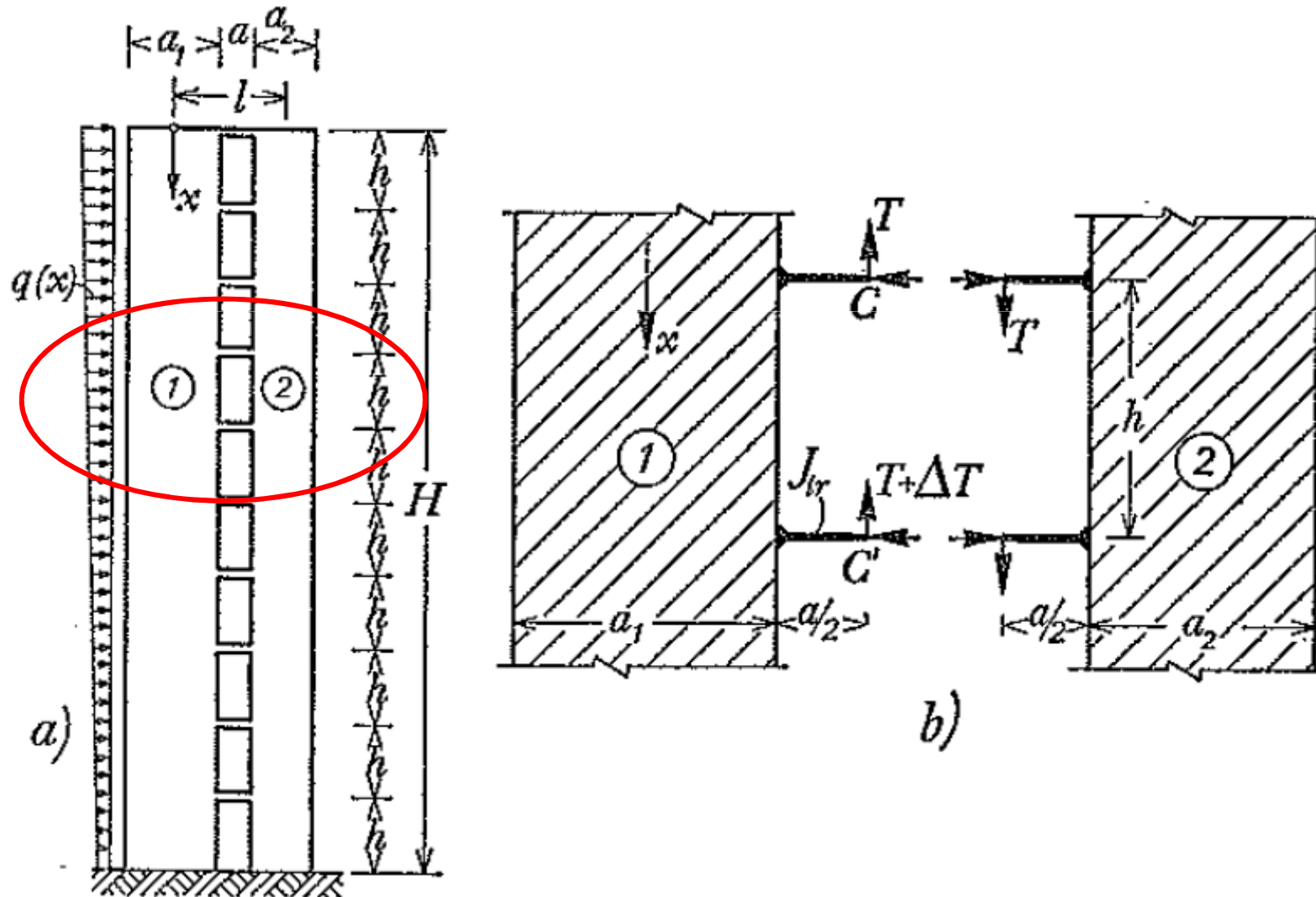
Considerando il traverso dotato di rigidità flessionale si ottiene uno stato di sollecitazione intermedio tra quello in cui si ha un'unica mensola costituita dai 2 ritti funzionanti come trave unica e quello in cui i ritti sono collegati da semplici bielle e si comportano come 2 travi separate



# Metodo di Rosman-Beck

Ora si tiene in conto la deformabilità assiale dei ritti

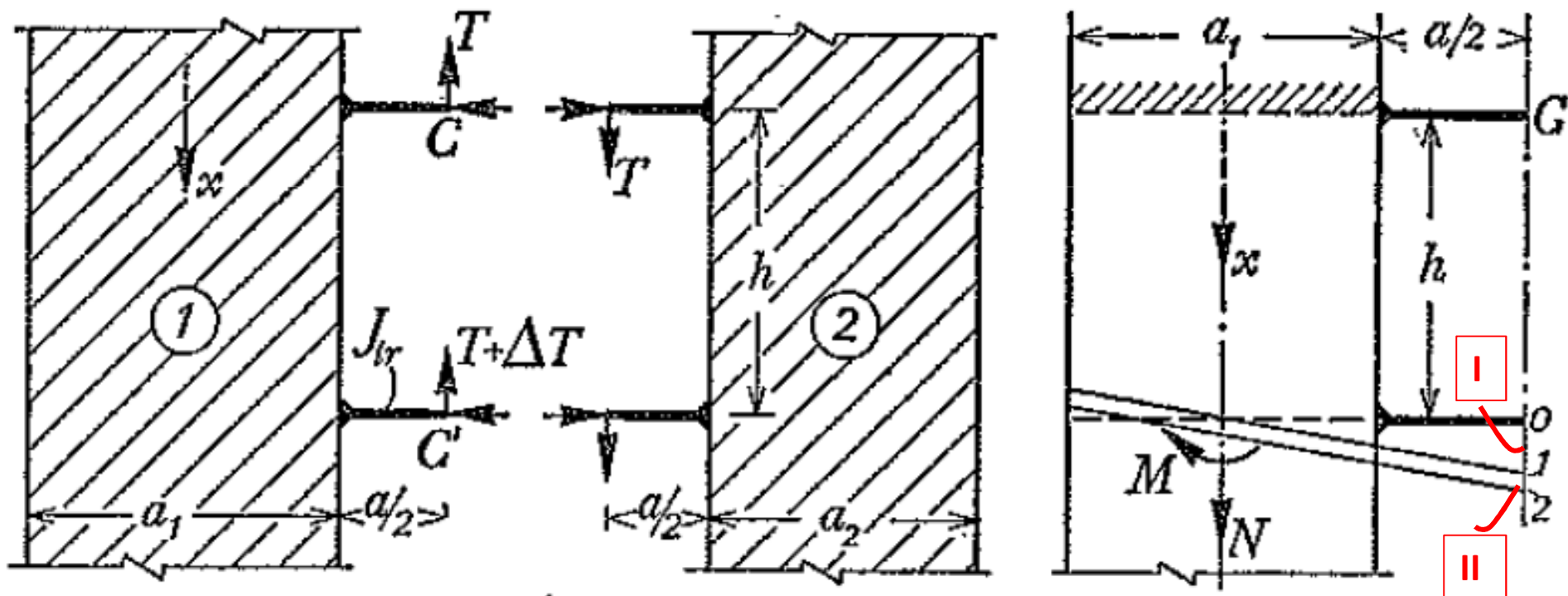
Si considera l'influenza della deformazione nei ritti per sforzo assiale



# Metodo di Rosman-Beck

Si consideri lo spostamento verticale relativo totale  $\Delta u$  delle sezioni C e C'

Consideriamo il primo ritto avente  $J_1, A_1$  soggetto a momento  $M_1$  e sforzo normale  $N$





# Metodo di Rosman-Beck

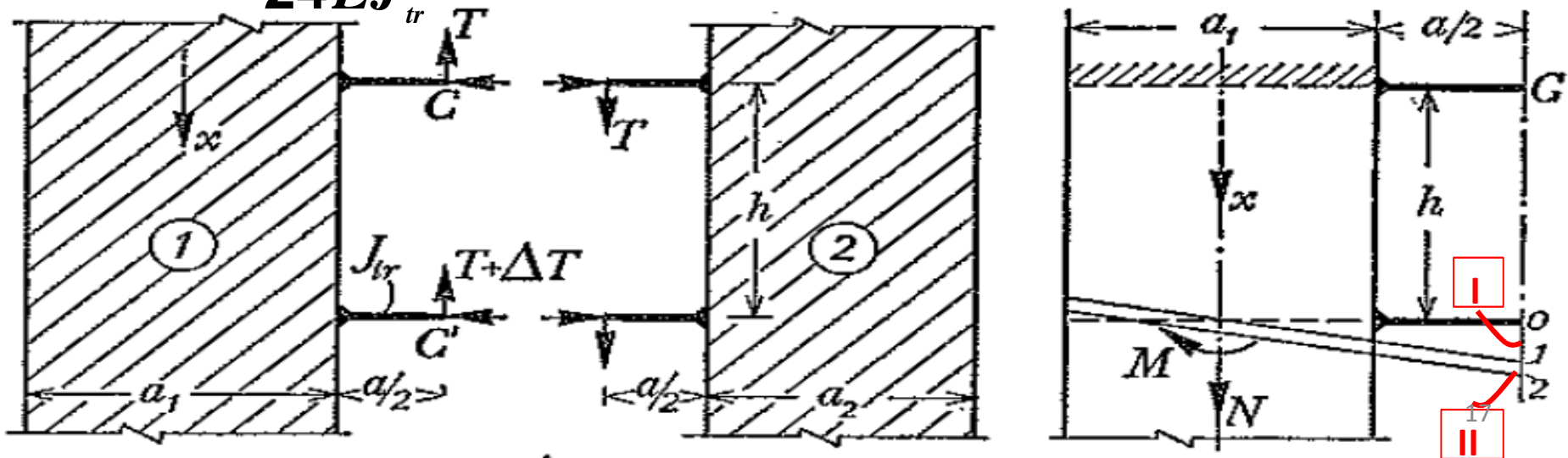
Lo spostamento relativo di due sezioni C e C' distanti dx risulta

$$\Delta u = \Delta u_I + \Delta u_{II} + \Delta u_{III}$$

$$\Delta u_I = \frac{M_1(x)dx}{EJ_1} \frac{a + a_1}{2}; \quad \text{rotazione per braccio}$$

$$\Delta u_{II} = \frac{N(x)dx}{EA_1}; \quad \text{spostamento assiale da sforzo normale}$$

$$\Delta u_{III} = -\frac{N''a^3 h dx}{24EJ_{tr}} \text{causato dall'incremento di taglio sul traverso}$$



# Metodo di Rosman-Beck

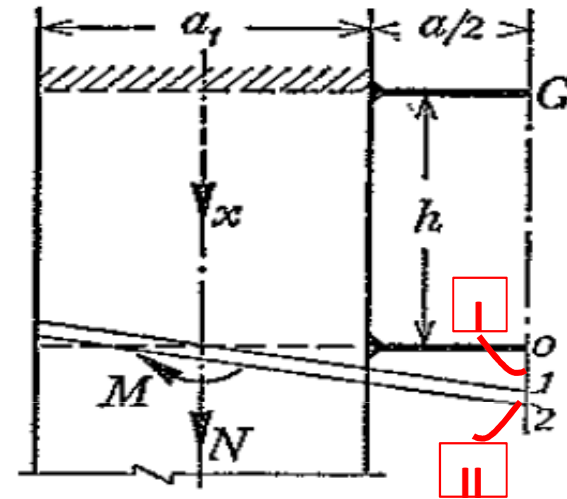
L'incremento di spostamento dovuto al momento flettente è dato dalla rotazione per il braccio

$$\Delta u_I = \frac{M_1(x) dx}{EJ_1} \frac{a + a_1}{2}$$

Il momento sul ritto 1 sarà dato da

$$M_1(x) = \left[ M_0(x) + l \left( \int_0^x t dx \right) \right] \rho_1 = [M_0(x) + N(x)l] \rho_1$$

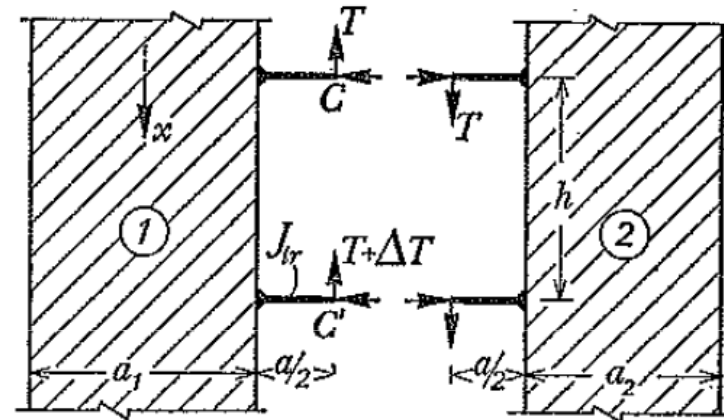
Dove il coefficiente di ripartizione è  $\rho_1 = \frac{J_1}{J_1 + J_2}$



# Metodo di Rosman-Beck

L'incremento di spostamento in mezzeria del traverso causato dall'incremento  $\Delta T$  (verso  $x < 0$ ) si scrive come (freccia mensola sotto forza concentrata lunga  $a/2$ )

$$\Delta u_{III} = \frac{-\Delta T(a/2)^3}{3EJ_{tr}} = \frac{-\Delta T a^3}{24EJ_{tr}}$$



Pensando diffusa la presenza dei traversi, alla generica lamella  $dx$  compete un taglio  $t dx$  ed un momento di inerzia  $J_{tr} dx/h$

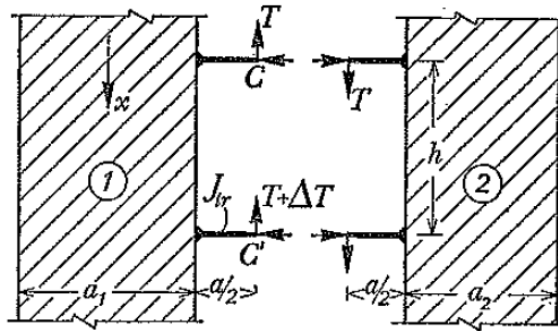
L'incremento infinitesimo di sforzo assiale  $dN$  nel ritto  $dN = t dx$

$\rightarrow dt/dx = d^2N/dx^2$

$\rightarrow$  l'allungamento infinitesimo diventa

$$du_{III} = \frac{-dt a^3}{24E \frac{J_{tr} dx}{h}} = \frac{-dt a^3 h}{24E J_{tr} dx} = \frac{-d^2N}{dx^2} \frac{a^3 h}{24E J_{tr}}$$

# Metodo di Rosman-Beck



Per la lamella lunga  $dx$ , l'allungamento si può scrivere come

$$\Delta u_{III} = du_{III} dx = -\frac{d^2 N}{dx^2} \frac{a^3 h dx}{24 E J_{tr}}$$

# Metodo di Rosman-Beck

Analogamente si può scrivere la relazione per il ritto 2, per il quale lo spostamento deve essere uguale a quello del ritto 1

Eguagliando tali spostamenti si ottiene

$$\frac{d^2 N}{dx^2} - \lambda^2 N = \frac{\alpha^2}{1} M_0$$

dove

$$\alpha^2 = \frac{12J_{tr}l^2}{a^3 h J_{tot}} \quad \lambda^2 = a^2 \left[ 1 + \frac{J_{tot} (A_1 + A_2)}{A_1 A_2 l^2} \right]$$

# Metodo di Rosman-Beck

L'integrale generale si scrive come

$$N = A \cosh \lambda x + \mathbf{B} \sinh \lambda x + N_p(x)$$

Dove l'integrale particolare nel caso di carico distribuito uniforme

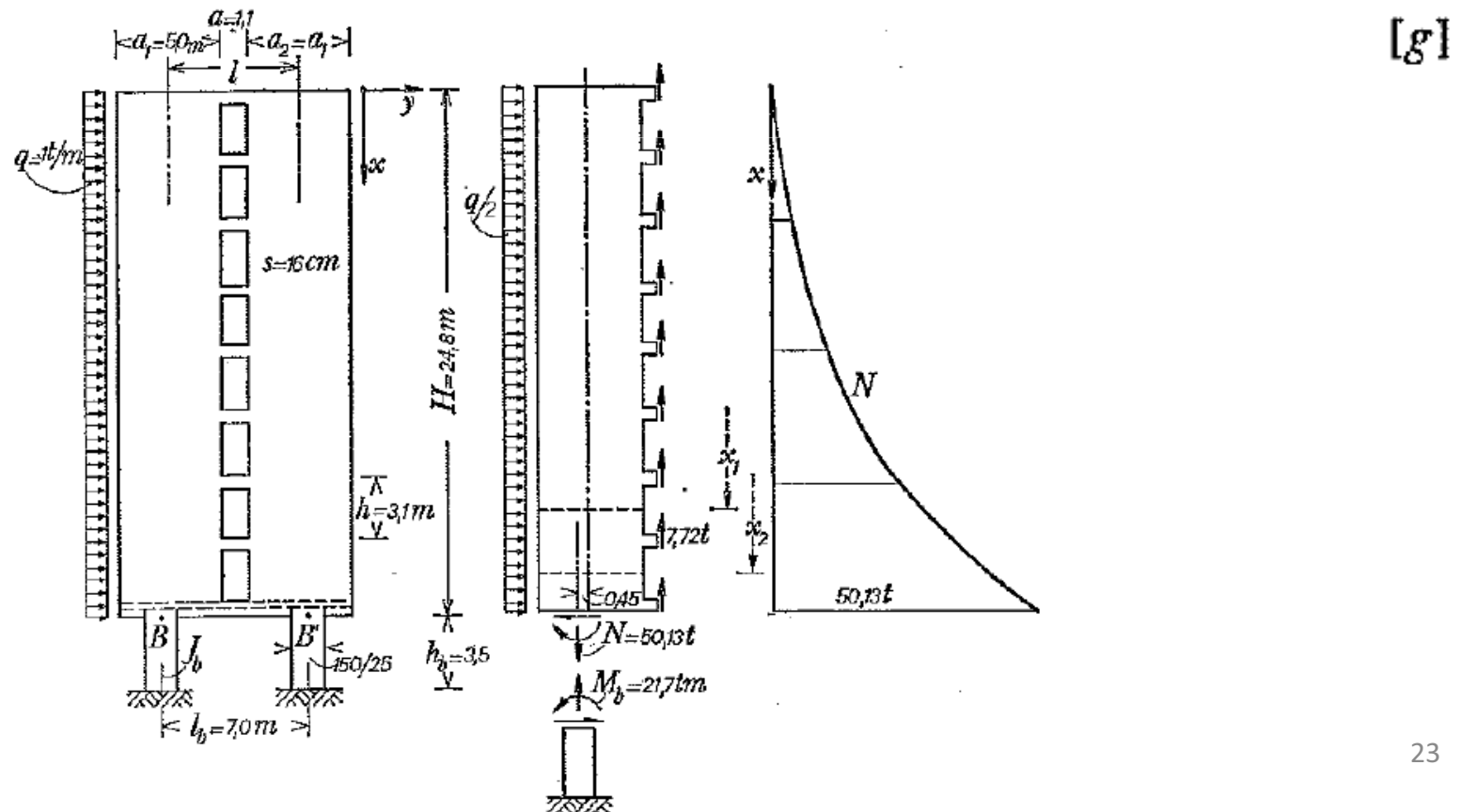
$$N_p(x) = \frac{q \alpha^2}{\lambda^4 l} - \frac{\alpha^2}{\lambda^2 l} M_0$$

Mentre A e B sono da determinare con le condizioni ai limiti

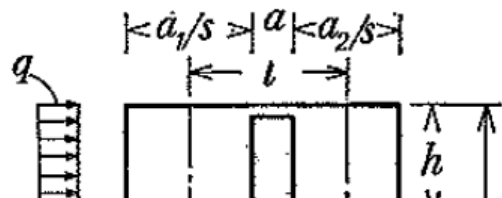
# Metodo di Rosman-Beck

Nota l'espressione dello sforzo assiale  $N(x)$ , può essere ottenuta qualunque altra sollecitazione. Così il momento flettente per un ritto si calcola con la [16.20]; e lo sforzo di taglio e il momento flettente massimo di un traverso posto alla distanza  $x$  valgono (ponendo  $x_1 = x - h/2$ ,  $x_2 = x + h/2$ ; fig. 16.14):

$$T_{tr} = \int_{x_1}^{x_2} dN = N(x_2) - N(x_1), \quad [f]$$



# Esempio



Studiare, col procedimento esposto nel par. 16.5.2a, la parete d'irrigidimento della fig. 16.8, alta  $H=31$  m e dello spessore costante  $s=20$  cm, è soggetta al carico uniforme  $q=1$  t/m=10 kg/cm. Inoltre:

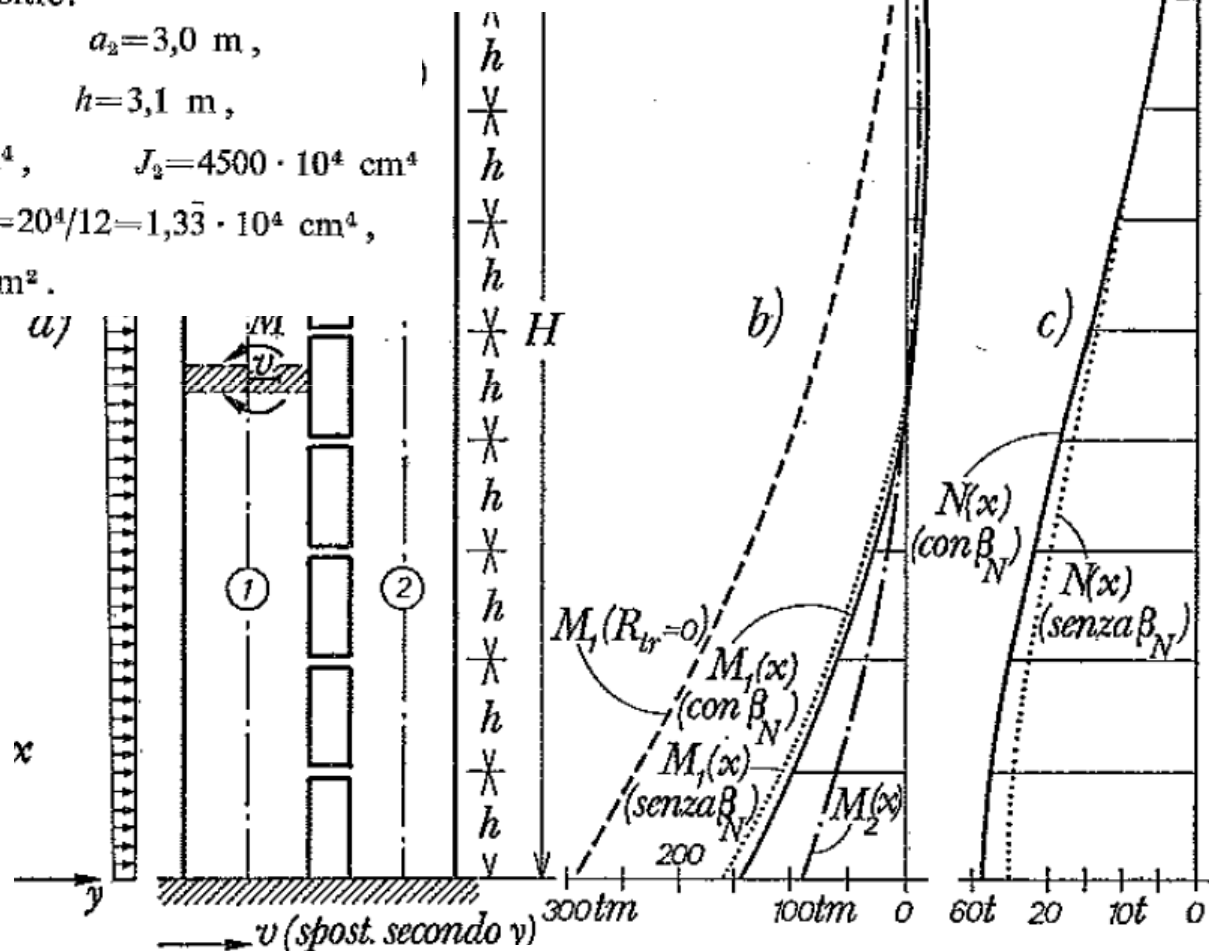
$$a_1=3,5 \text{ m}, \quad a=1,0 \text{ m}, \quad a_2=3,0 \text{ m},$$

$$l=a+(a_1+a_2)/2=4,25 \text{ m}, \quad h=3,1 \text{ m},$$

$$J_1=s \cdot a_1^3/12=0,7146 \text{ m}^4=7146 \cdot 10^4 \text{ cm}^4, \quad J_2=4500 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$$

$$J_{\text{tot.}}=J_1+J_2=11.646 \cdot 10^4, \quad J_{tr}=20^4/12=1,33 \cdot 10^4 \text{ cm}^4,$$

$$E=3 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2.$$



— Con la deformazione assiale dei ritti

..... senza la deformazione assiale dei ritti



# Diagrammi per il calcolo semplificato

**Esistono delle soluzioni dell'equazione differenziale alla Rosman-Beck relative a casi tipici**

**Nel seguito analizziamo il caso di una mensola con aperture incastrata alla base e soggetta ad un carico uniforme**

**Pozzati, Il B pag 345**

# Diagrammi per il calcolo semplificato

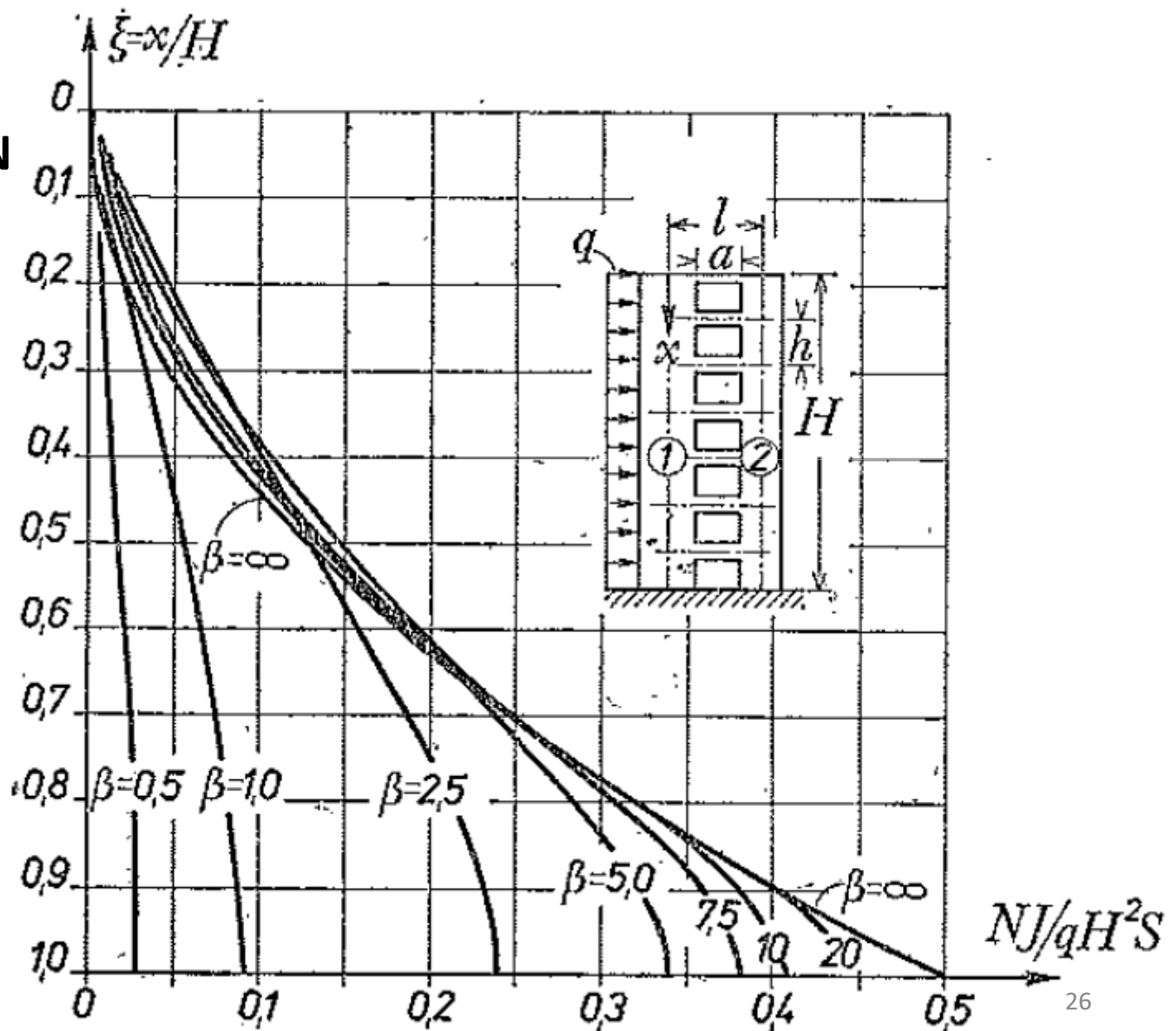
Variazione dello  $N$   
con

$$\beta = \lambda H$$

$$\lambda^2 = a^2 \left[ 1 + \frac{J_{tot} (A_1 + A_2)}{A_1 A_2 l^2} \right]$$

Da cui si può  
ricavare

$$M_1 = (M_0 + Nl) \frac{J_1}{J_{tot}}$$

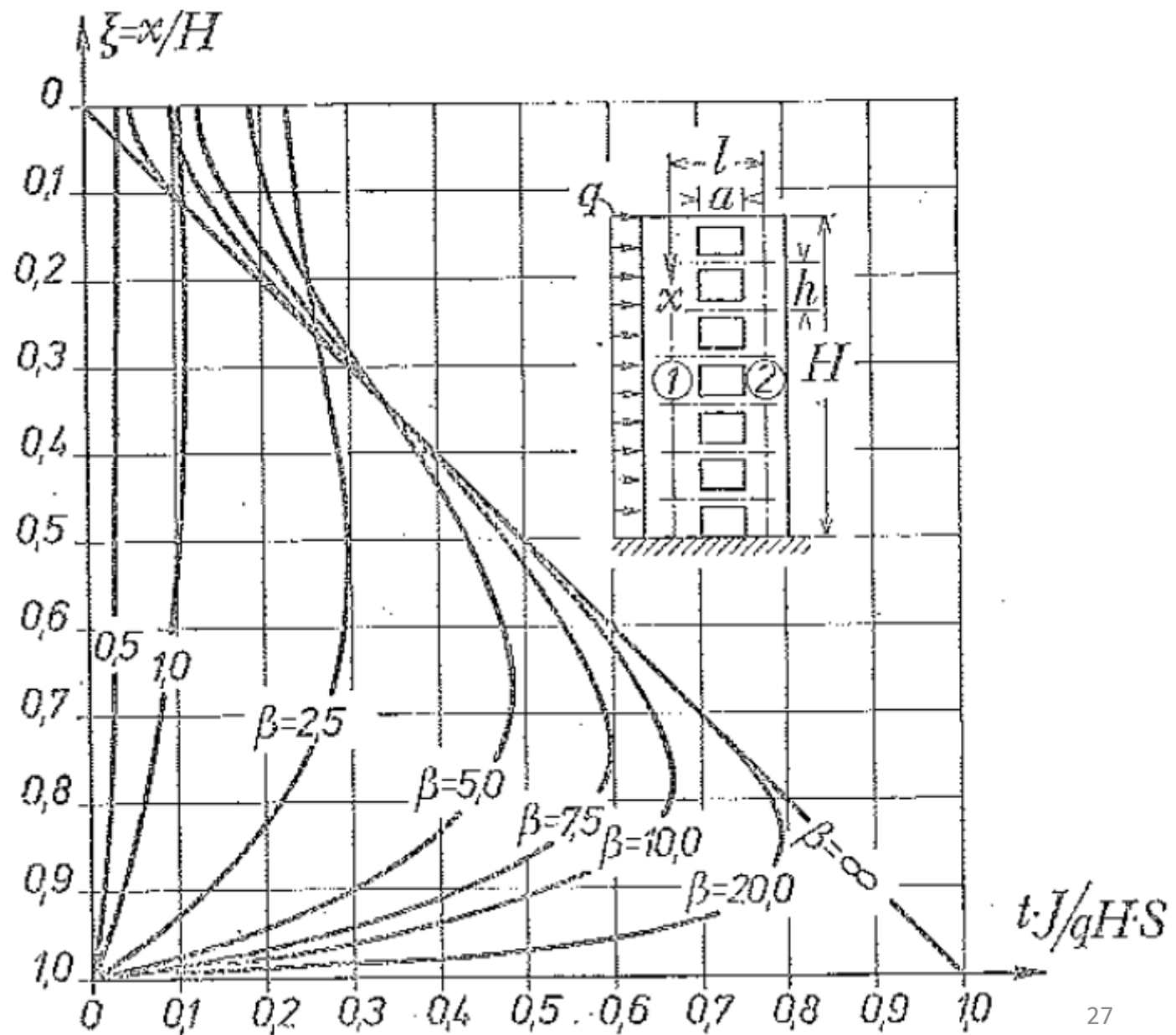


# Diagrammi per il calcolo semplificato

Variazione del  
taglio con

$$\beta = \lambda H$$

$$\lambda^2 = a^2 \left[ 1 + \frac{J_{\text{tot}}(A_1 + A_2)}{A_1 A_2 I^2} \right]$$



# Osservazioni

-Se la rigidezza dei traversi tende all'infinito, anche  $\lambda$  e  $\beta$  tendono all'infinito

Gli sforzi tendono al valore che avrebbero se il complesso dei due ritti si comportasse come un'unica trave

$$N = q \frac{H^2 \xi^2}{2} \frac{S}{J}, \quad t = qH \frac{S}{J},$$
$$M_1 = \left\{ -q \frac{H^2 \xi^2}{2} + q \frac{H^2 \xi^2}{2} \frac{IS}{J} \right\} \frac{J_1}{J_{tot.}}$$

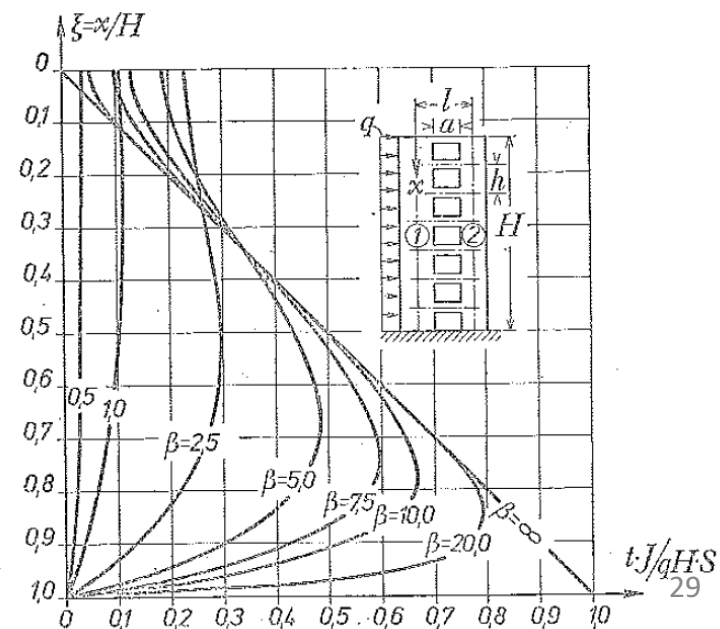
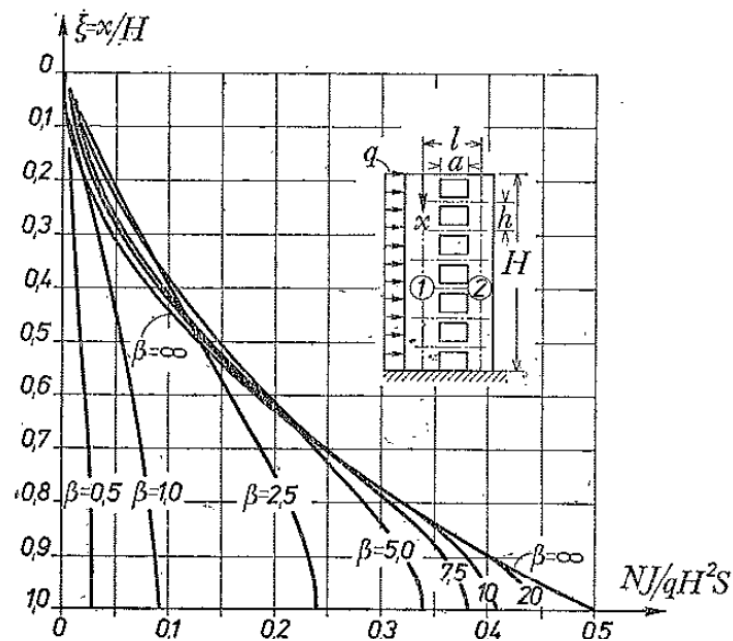
-Se la rigidezza dei traversi tende a divenire molto piccola, sforzo normale  $N$  e taglio  $t$  si annullano ed il momento flettente tende al valore

$$M_1 = -q \frac{H^2 \xi^2}{2} \frac{J_1}{J_{tot.}}$$

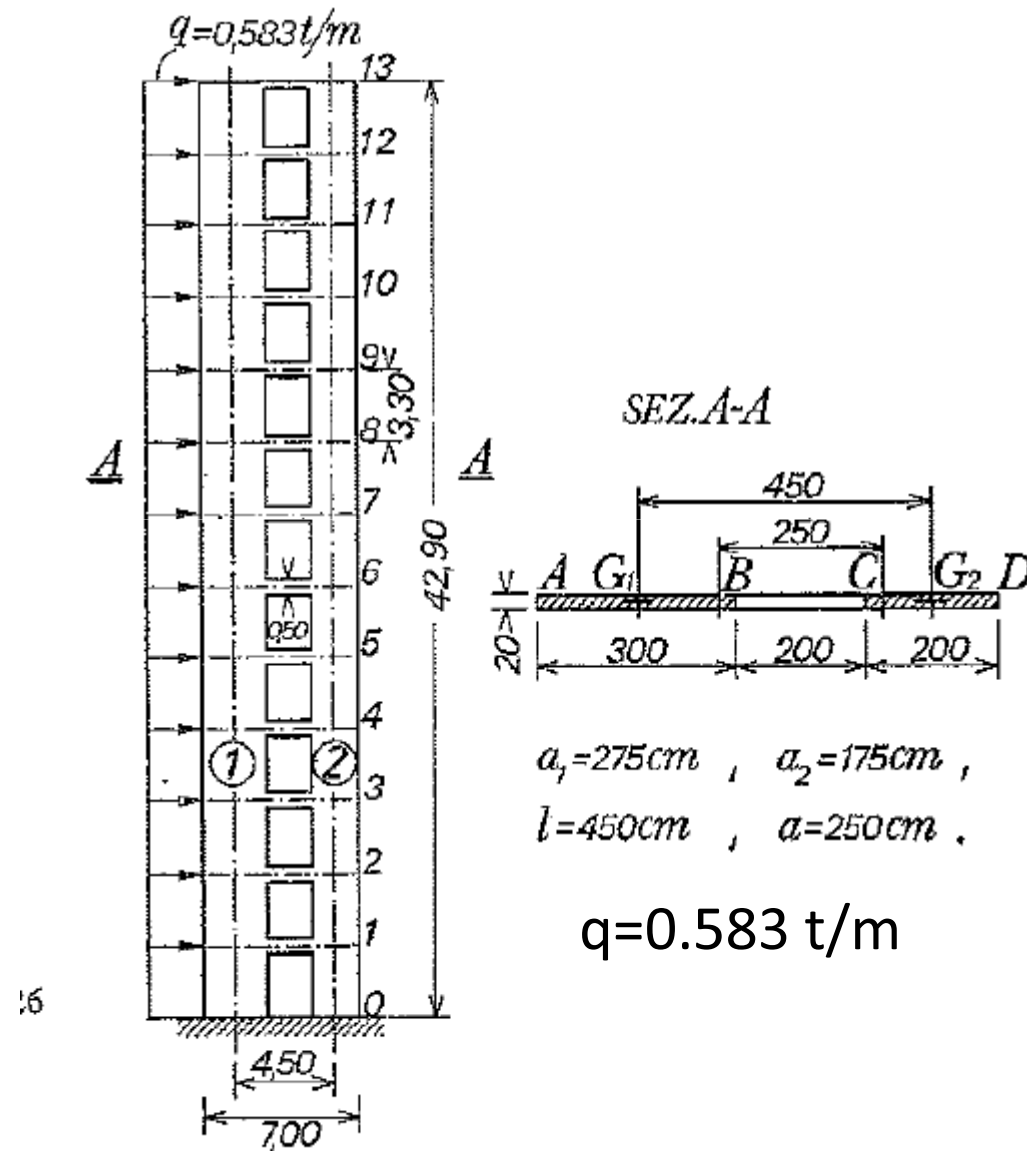
# Osservazioni

L'esame dei diagrammi rivela che la presenza dei traversi dà un contributo significativo soltanto per valori di  $\beta$  circa superiori a 0.5

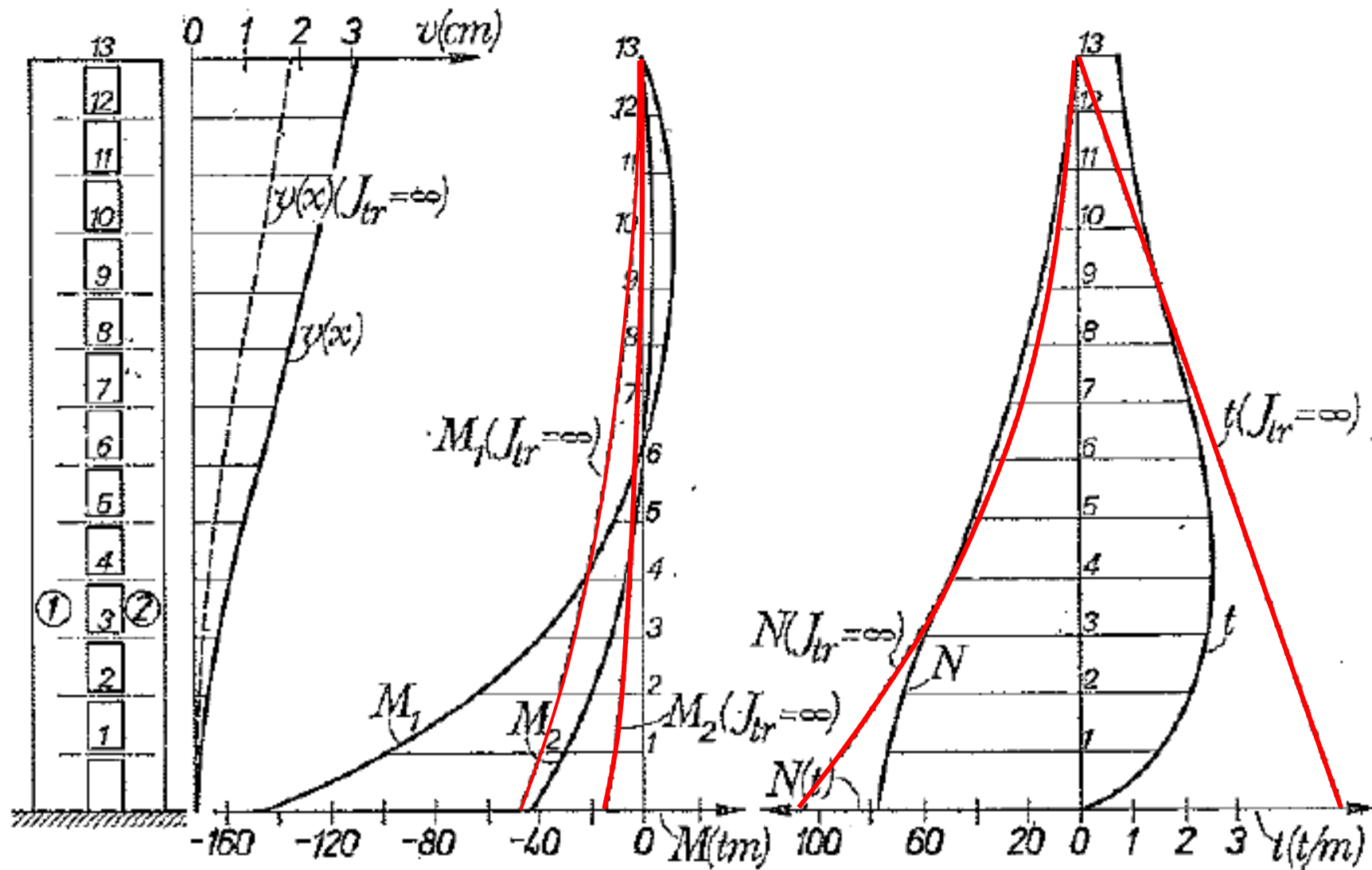
Per  $\beta \geq 10$  non si commettono errori sensibili se si considerano i traversi infinitamente rigidi



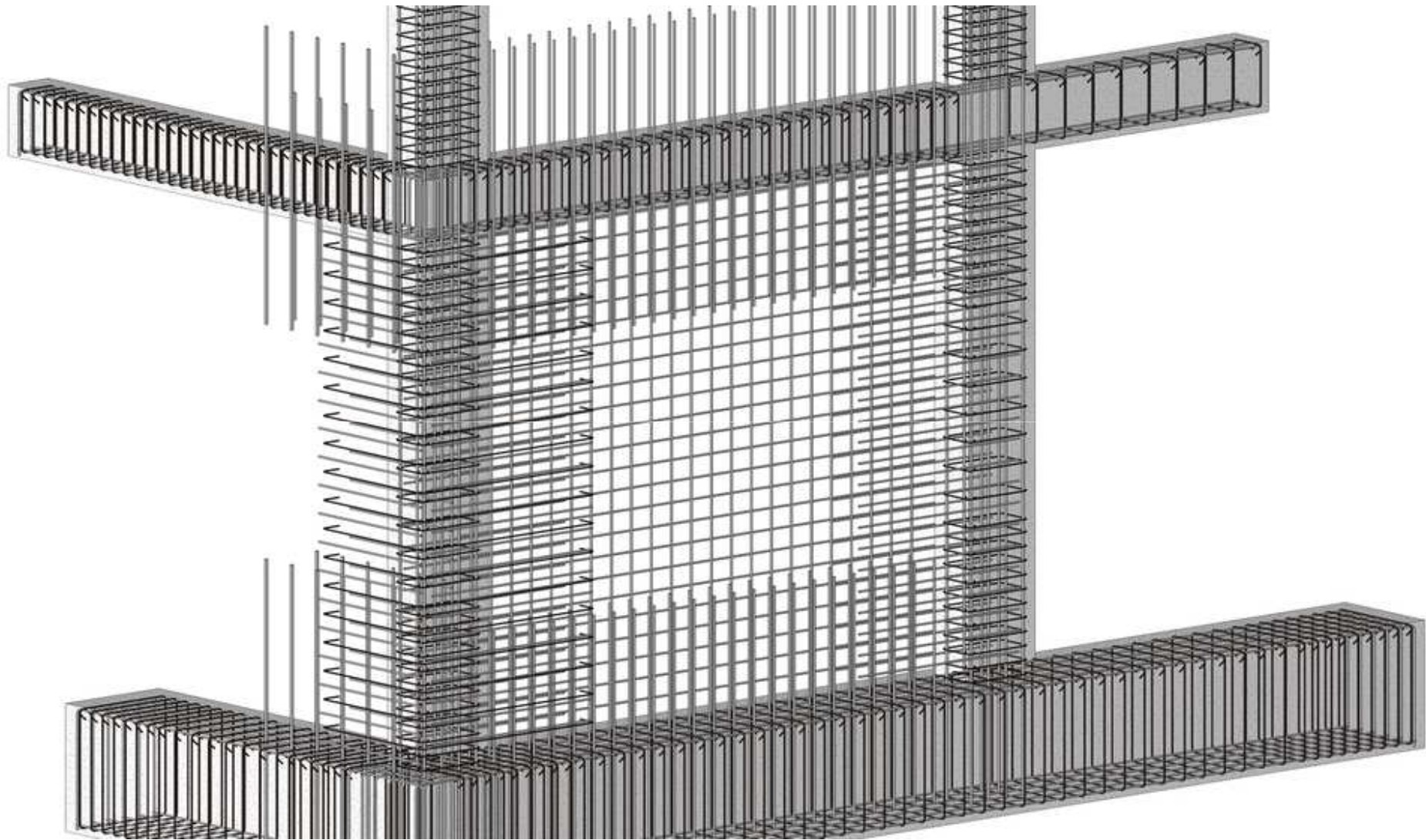
# Setto forato di controventamento



# Setto forato di controventamento



# Setto forato di controventamento



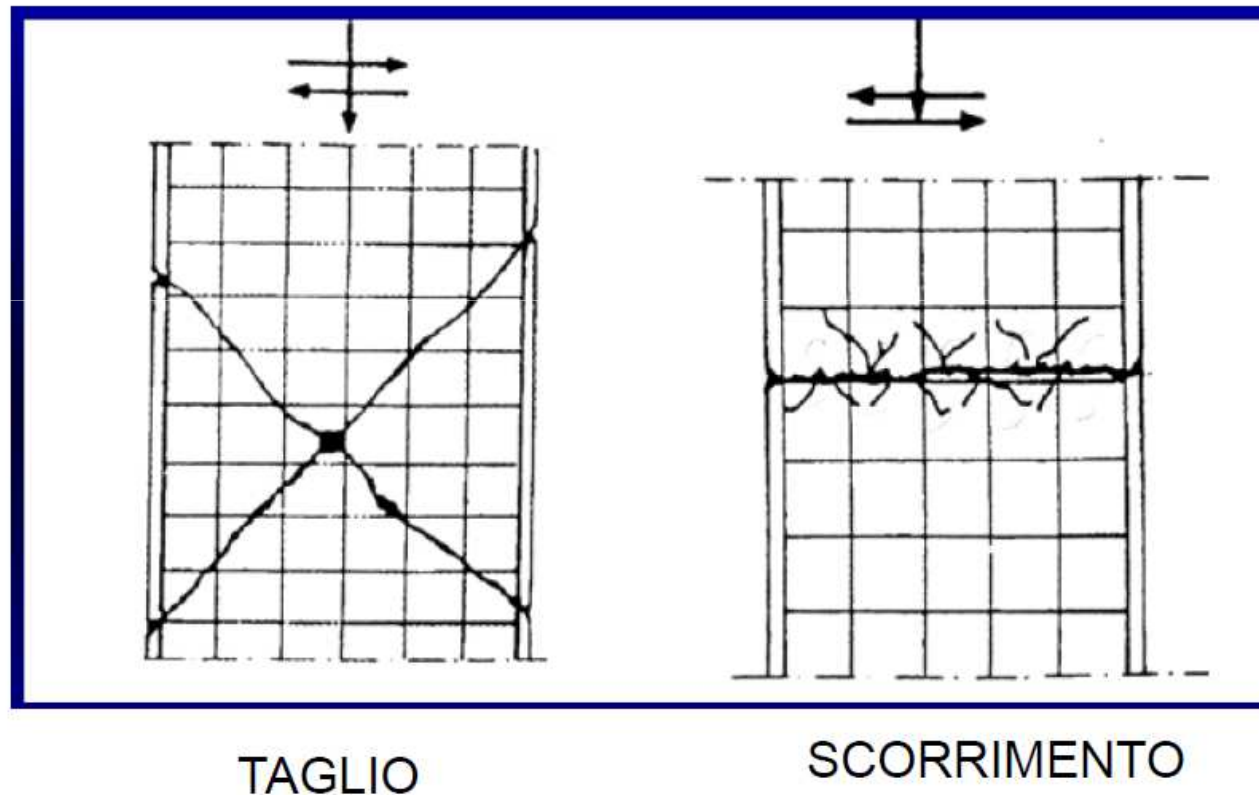
Particolari costruttivi in tre dimensioni delle armature dei setti sismici.



# Pareti in CA, verifiche

## VERIFICHE DI RESISTENZA

TAGLIO:



[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Pareti in CA, verifiche

## MODALITA' DI CRISI



Rottura per Taglio

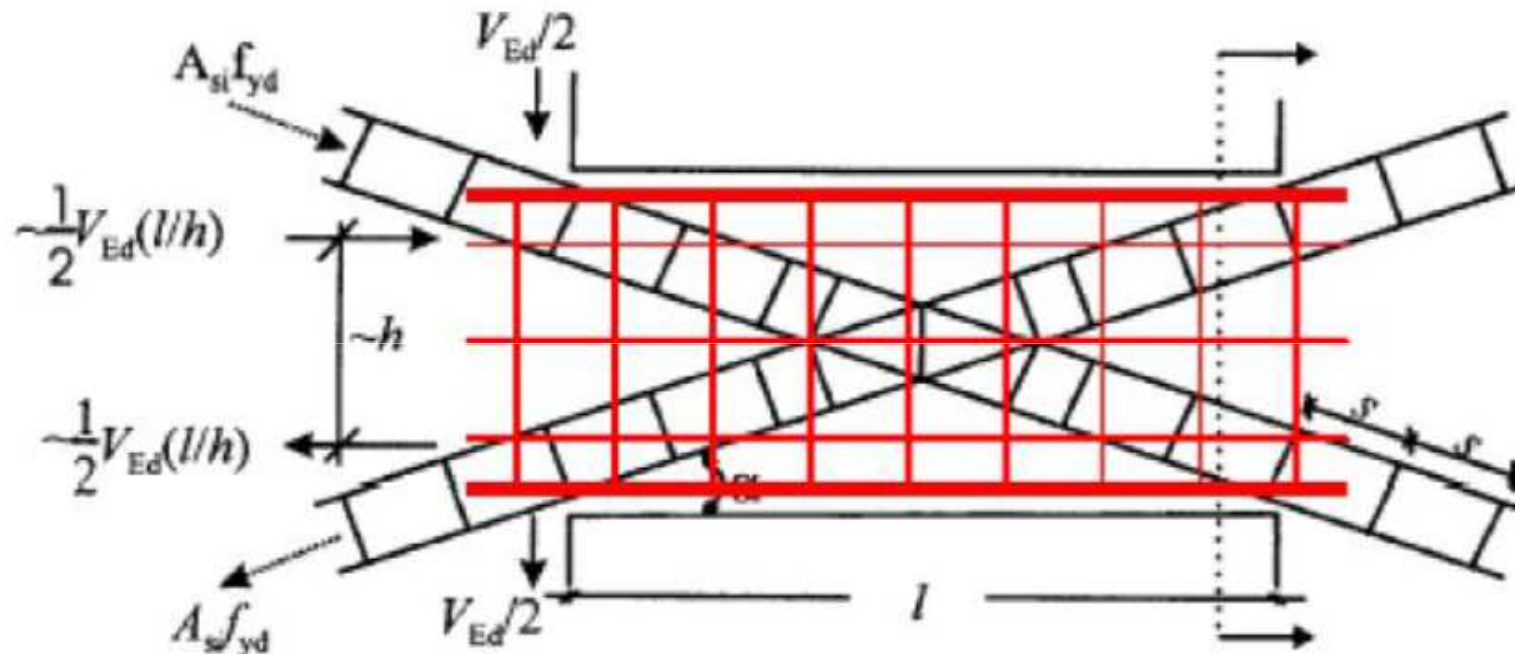


Rottura per Scorrimento

[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Pareti in CA, verifiche

II D.M.14/01/2008

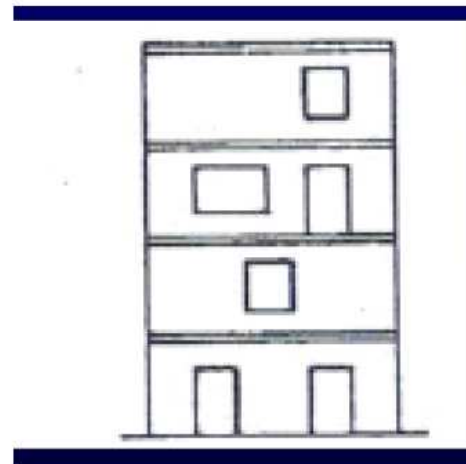


[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Pareti in CA, verifiche

Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm, (200 mm nel caso in cui nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del § 7.4.4.6, armature inclinate), e 1/20 dell'altezza libera di interpiano.

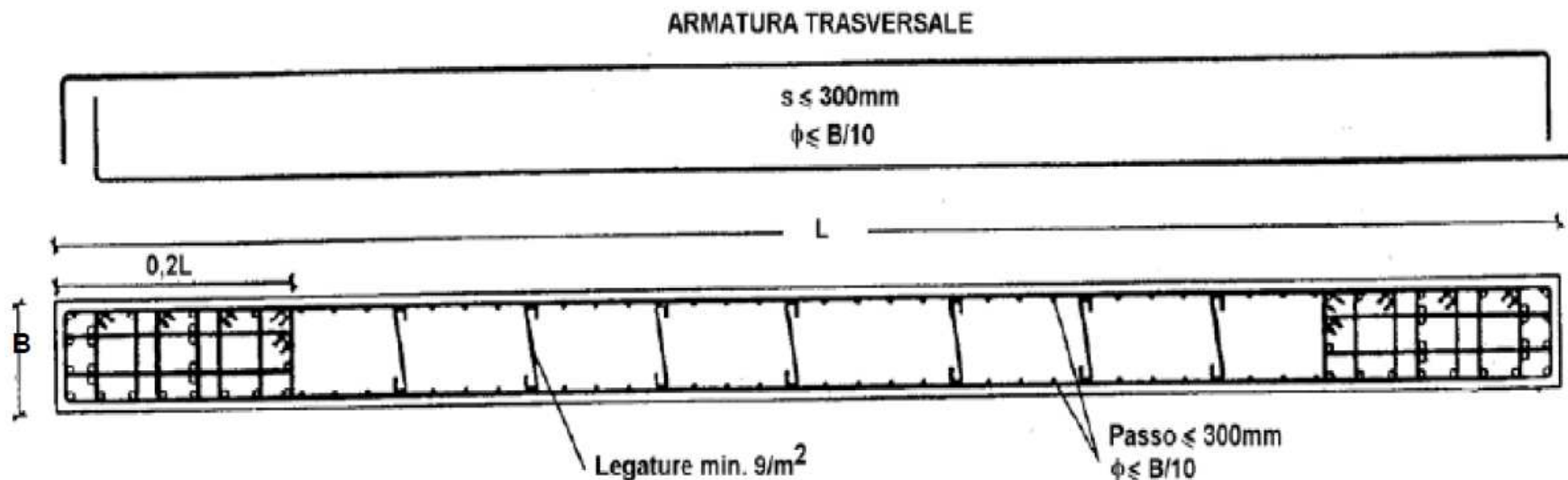
Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza non venga specificamente considerata nell'analisi, nel dimensionamento e nella disposizione delle armature.



[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# armatura

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono avere diametro non superiore ad 1/10 dello spessore della parete, devono essere disposte su entrambe le facce della parete, ad un passo non superiore a 30 cm, devono essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato.

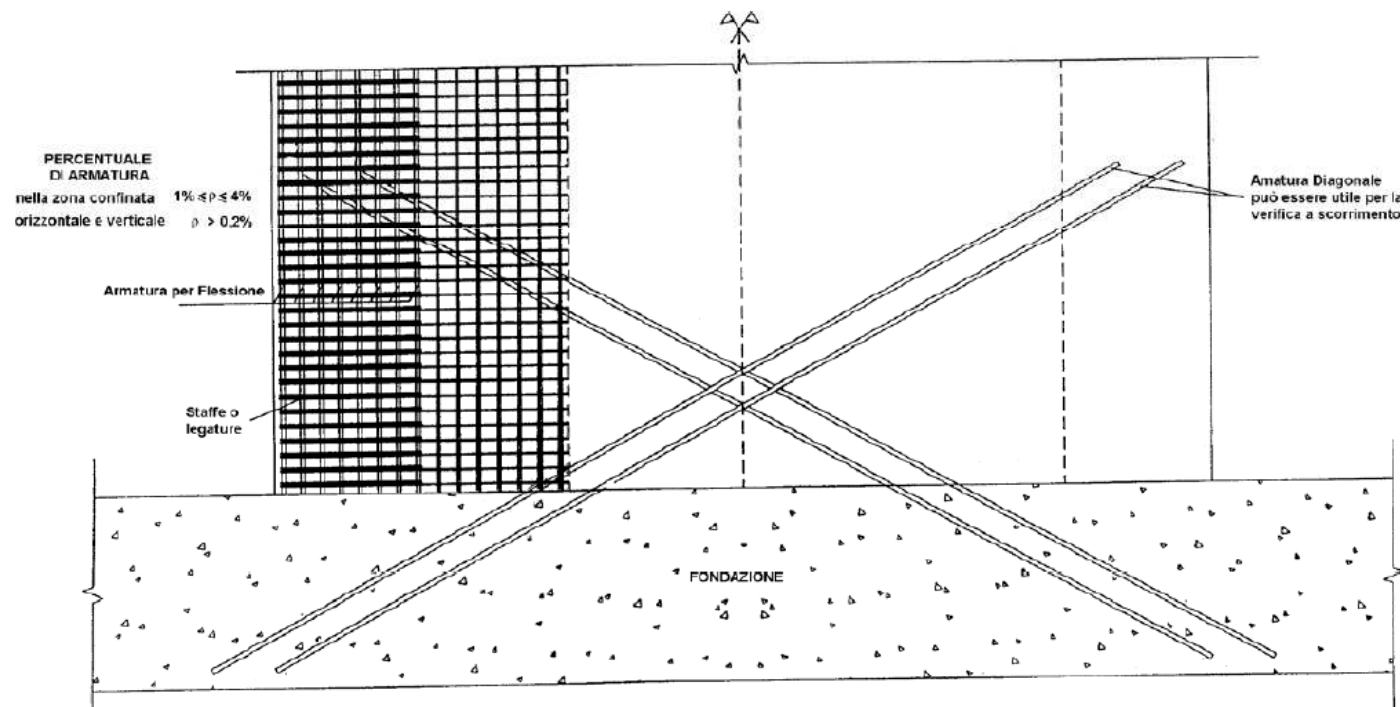


[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Minimi di armatura

Le armature inclinate che attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e al di sotto della superficie di scorrimento ed attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di essa e distanti da essa meno della minore tra  $\frac{1}{2}$  altezza ed  $\frac{1}{2}$  larghezza della parete.

Nella rimanente parte della parete, in pianta ed in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura minima orizzontale e verticale pari allo 0,2%, per controllare la fessurazione da taglio.



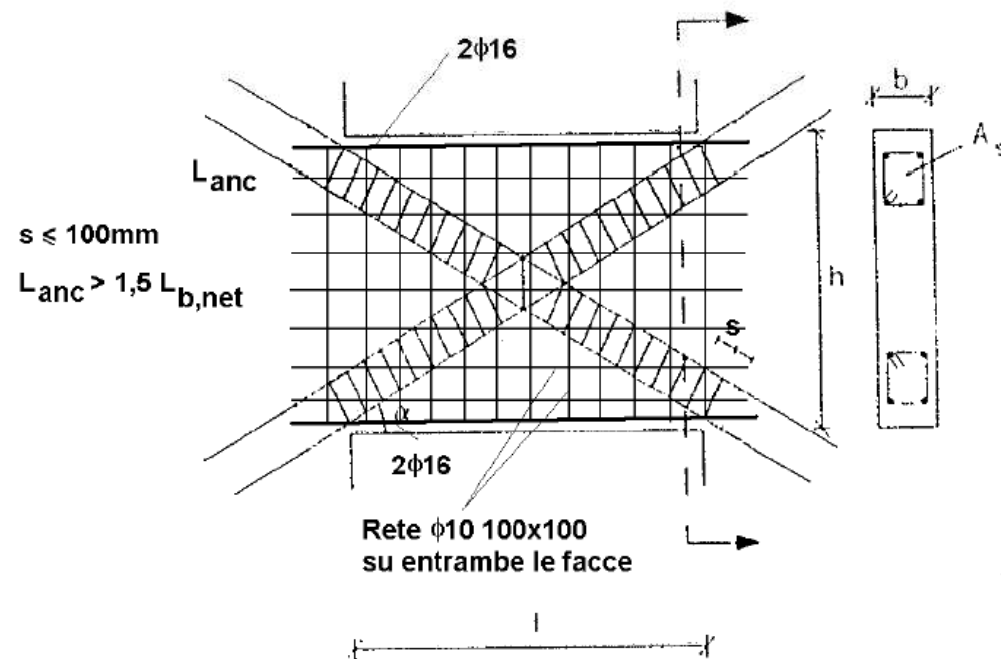
[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Minimi di armatura

Nel caso di armatura ad X, ciascuno dei due fasci di armatura deve essere racchiuso da armatura a spirale o da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm.

In questo caso, in aggiunta all'armatura diagonale deve essere disposta nella trave armatura di diametro almeno 10 mm distribuita a passo 10 cm in direzione sia longitudinale che trasversale ed armatura corrente di 2 barre da 16 mm ai bordi superiore ed inferiore.

Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi di quanto previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.



[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Minimi di armatura



**Esempio di setto sismo-resistente**

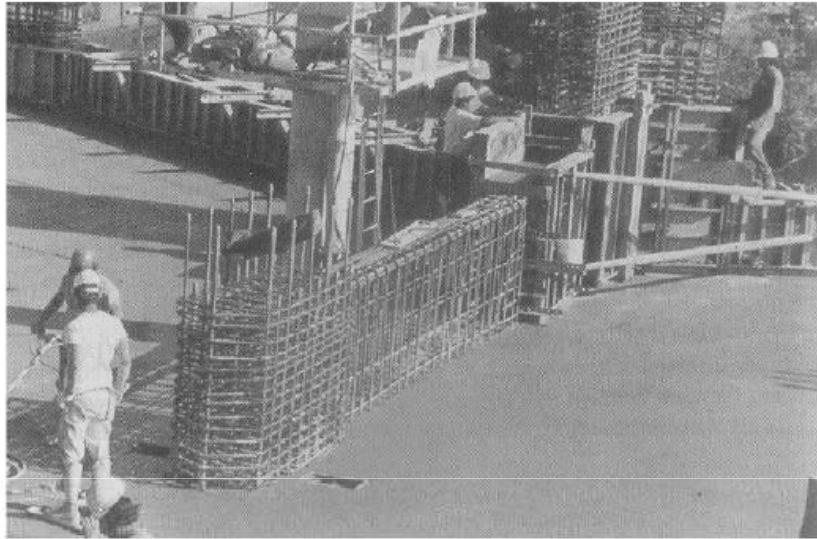


**Dettagli armatura nello spigolo**

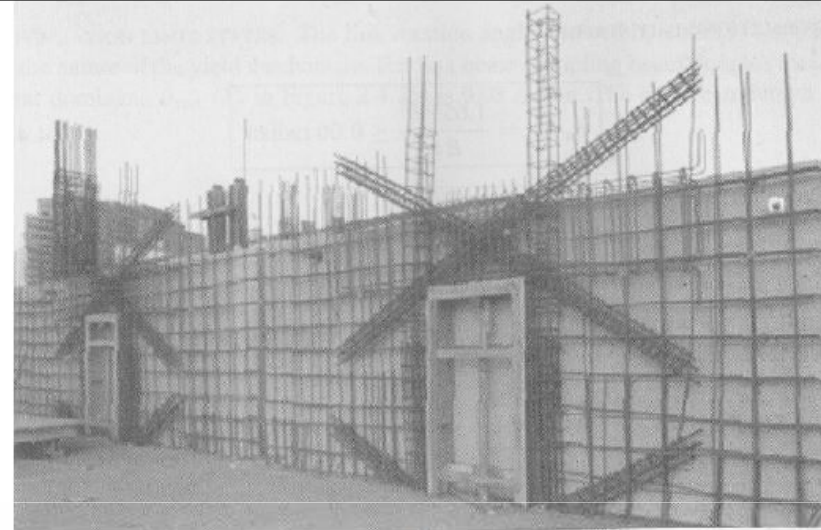
[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)



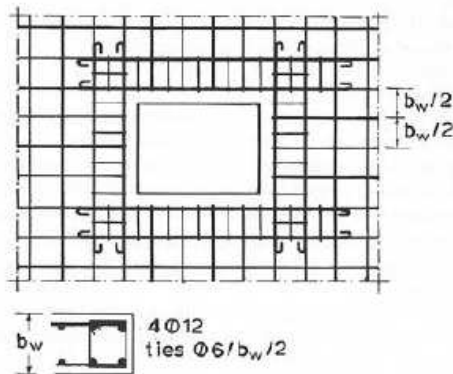
# Minimi di armatura



Esempio di armatura di parete



**Armatura ad X per travi di accoppiamento prima del getto**



**Disposizione di armatura attorno alle finestre in pareti in c.a.**

[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Minimi di armatura



# Minimi di armatura



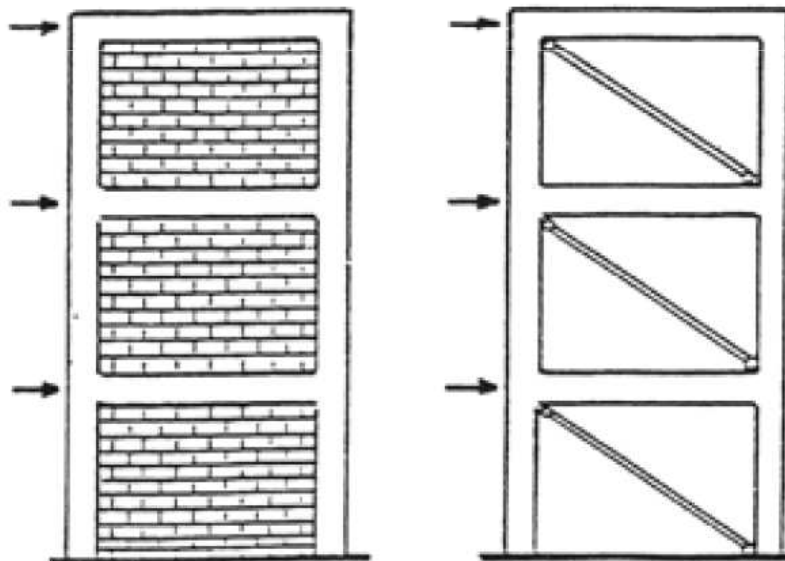
[http://www.dii.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf](http://www.dii.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1530383&name=DLFE-101520.pdf)

# Minimi di armatura

**I TAMPONAMENTI SONO DEGLI ELEMENTI DI IRRIGIDIMENTO DEL TELAIO:**

*Le deformazioni sono ridotte*

*Il periodo proprio si riduce perché la struttura è più rigida*



# Minimi di armatura

## INFLUENZA DEI TAMPONAMENTI SENZA APERTURE

Le teorie che hanno modellato il comportamento del tamponamento riportano tutte al calcolo dell'ampiezza del puntone compresso che dipende dalle ampiezze  $\alpha_L$  delle zone di contatto tra il paramento e la trave e quella  $\alpha_h$  tra il paramento e il pilastro.

