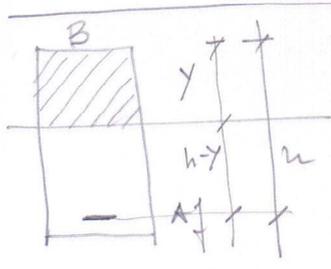


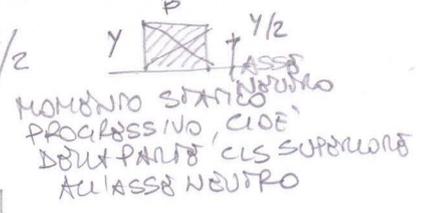
# TAGLIO E FLESSIONE TEORIA PER ARMATURA SEMPLICE (USATA UNIVERSALMENTE)



FORMULA  $\sigma = \frac{T S_x}{B I_x}$   
 JURASKY

$S_x$  MOMENTO STATICO PROGRESSIVO  
 $S_x$  e  $I_x$  SONO MASSIME SULL'ASSE NEUTRO

SULL'ASSE NEUTRO:  $S_x = B y \frac{y}{2} = \frac{B y^2}{2}$



$I_x = \frac{B y^3}{3} + m A_f (h-y)^2$

PERTANTO  $\sigma_{MAX} = \frac{T \frac{B y^2}{2}}{B \left[ \frac{B y^3}{3} + m A_f (h-y)^2 \right]}$

PER LA FLESSIONE SULL'ASSE NEUTRO, LA CONDIZIONE  $S_x = 0$

$S_x = \frac{B y^2}{2} - m A_f (h-y) = 0 \rightarrow \frac{B y^2}{2} = m A_f (h-y)$

SOSTITUENDO AL DENOMINATORE:

$\frac{B y^3}{3} + m A_f (h-y)^2 = \frac{B y^3}{3} + \frac{B y^2 (h-y)}{2} = B y^2 \left[ \frac{y}{3} + \frac{h-y}{2} \right] = \frac{2y + 3h - 3y}{6} B y^2$

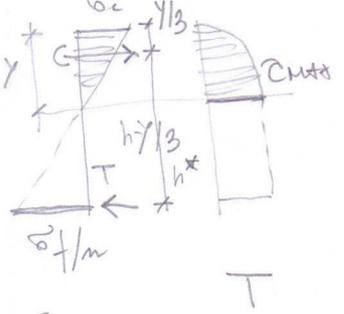
$= \frac{3h-y}{6} B y^2 = \frac{B y^2}{2} \left( \frac{3h-y}{3} \right) = \frac{B y^2}{2} \left( \frac{h-y}{3} \right)$  QUINDI  $T = \frac{B y^2}{2} \frac{\sigma_{MAX}}{B \frac{B y^2}{2} \left( \frac{h-y}{3} \right)}$

DAI FLESSIONE, PER  $\sigma_c \approx 85 \sigma_t \approx 2000 \text{ kg/cm}^2$

$h-y/3 \approx 0,9h$

$h-y/3 = h^* =$  BRACCIO DELLA COPPIA INTERNA

## ANDAMENTO TENSIONI



$\sigma_{MAX} = \frac{T}{B (h-y/3)}$

FORMULA APPROSSIMATA:

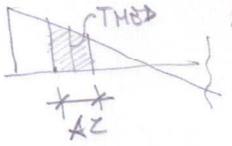
$\sigma_{MAX} = \frac{T}{B \cdot 0,9h}$

RAPPRESENTA LA DISTANZA FRA LA RISULTANTE DI COMPRESSIONE E QUELLA DI TRAZIONE

TENSIONI AMMISSIBILI

$\sigma_{b0} = \frac{R_{Bk-150}}{35} + 4$  CON R<sub>Bk</sub> 250  
 $\sigma_{b0} = 5,33 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_{b1} = \frac{R_{Bk-150}}{35} + 14$   
 $\sigma_{b1} = 16,86$

CONSIDERIAMO UN TRONCO DI TRAVE LUNGO  $\Delta z$ , SOTTOPOSTO AL TAGLIO  $T$



CASI POSSIBILI:

$\sigma_{MAX} < \sigma_{b0}$

BASTA APPLICARE LA MINIMA ARMATURA DI REGOLAMENTO

$\sigma_{b0} < \sigma_{MAX} < \sigma_{b1}$

OCCORRE CALCOLARE L'ARMATURA LA SOLUZIONE E' INSUFFICIENTE

$\sigma_{MAX} > \sigma_{b1}$

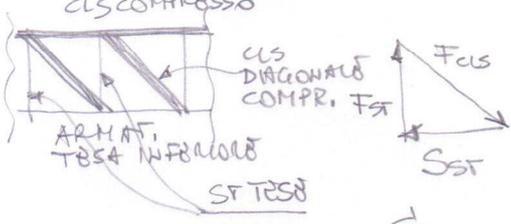
(COND. NON AMMISSIBILI) S'USANO ARMATURE A 40% S'USANO SPIGANTI = S - S<sub>staffe</sub>

## CALCOLO ARMATURA A TAGLIO:

LA FORZA  $S = \sigma_{MAX} B \Delta z = \frac{T}{B \cdot 0,9h} B \Delta z = \frac{T \Delta z}{0,9h}$

LA FORZA S (SCORRIMENTO SUL TRONCO) SI ASSORBE CON STAFFE E FORRE PIEGATE (A 45°) ALMENO IL 40% S'USANO BASTA AFFIDATO A UN STAFFE ( $S_{st} \geq 0,4S$ ) E IL RESTO AI PIEGATI ( $S_p = S_{tot} - S_{st}$ )

SCHEMA DEL TRAUCCO DI MORSCH (IPOTETICA TRAVATURA)

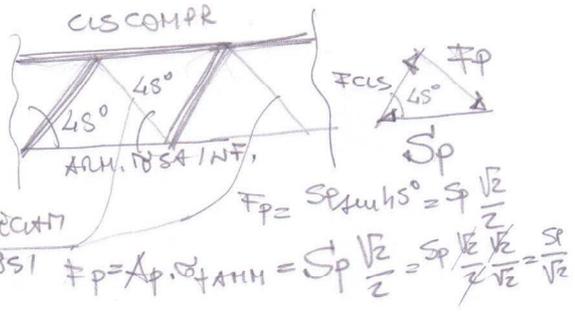


$F_{cs} = A_{st} \sigma_{st} = S_{st}$

$A_{st} = \frac{S_{st}}{\sigma_{st}} \text{ (IN AZ)}$

$x_p = \frac{S_p}{\sigma_{st} \sqrt{2}}$

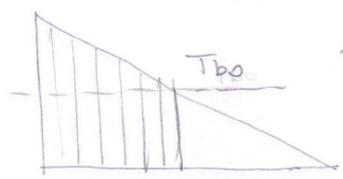
$A_{st}/\text{cm} = \frac{S_{st}}{\sigma_{st} \Delta z}$



$F_p = S_p \sin 45^\circ = S_p \frac{\sqrt{2}}{2}$   
 $F_p = A_p \sigma_{st} = S_p \frac{\sqrt{2}}{2} = S_p \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{S_p}{\sqrt{2}}$

## REGOLAMENTO:

- 1)  $A_{st} \text{ IN FLESS } = \frac{0,15}{100} A_c$
- 2) ALMENO S'USANO ARMATURA A INFERIORE =  $\frac{T}{\sigma_{st} A_{st}}$
- 3)  $A_{st}/\text{cm} \geq 3 \text{ cm}^2/\text{cm}$  MIN. 3 STAFFE / cm  
 PASSO  $\leq 0,8h$   $A_{st}/\text{cm} = \frac{T}{9h \sigma_{b0}}$
- 4) IN CORRESPONDENZA FORZ. PASSO MAX  $\leq 12 \phi$  LONG. [APPROX. 10 C/PICCHI CONCENT.]



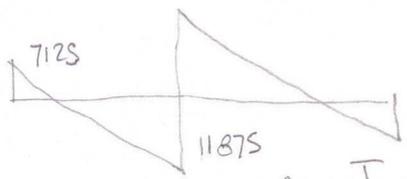
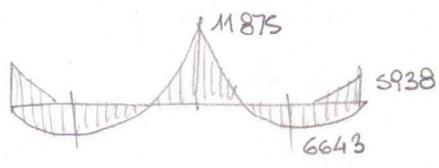
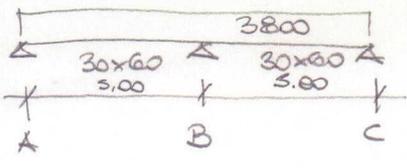
$\sigma_{b0} = \frac{T_{b0}}{0,9h B} \rightarrow T_{b0} = \sigma_{b0} B \cdot 0,9h$

$A_{st} \geq 0,1 \beta^* ; \beta^* \text{ LA CARRIERA OVA } \sigma = \sigma_{b0}$

$\sigma_{b0} = \frac{T}{0,9h \beta^*} \rightarrow \beta^* = \frac{T}{0,9h \sigma_{b0}}$

$0,1 \beta^* = \frac{T}{9h \sigma_{b0}} = A_{st} \text{ MIN } [\text{cm}^2/\text{cm}] \rightarrow$  FUNZIONE DEL VALORE DEL TAGLIO

ZONA  $\sigma > \sigma_{b0}$  ARMATURA DI CALCOLO  
 ZONA  $\sigma \leq \sigma_{b0}$  ARMATURA DI REGOLAMENTO



$$\frac{qL^2}{8} = M_B = \frac{3800 \times 5^2}{8} = 11875 \text{ kgm}$$

$$\frac{qL^2}{14.3} = M_{\text{CHP}} = \frac{3800 \times 5^2}{14.3} = 6643 \text{ kgm}$$

$$\frac{qL^2}{16} = M_A = M_C = \frac{3800 \times 5^2}{16} = 5938 \text{ kgm}$$

AMM:  $\sigma_c = 85$   $\sigma_t = 2600$   $f_{ly}$

$$\alpha = \frac{57}{\sqrt{\frac{11875}{9.3}}} = 0.286 \quad \beta = 0.00151 \quad M = 0$$

$$A_t = 0.00151 \sqrt{1187500 \times 30} = 9.01 \text{ cm}^2$$

$$\alpha = \frac{57}{\sqrt{\frac{6643}{9.3}}} = 0.383 \quad \beta = 0.00112 \quad \sigma_c = 60$$

$$A_t = 0.00112 \sqrt{664300 \times 30} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\alpha = \frac{57}{\sqrt{\frac{5938}{9.3}}} = 0.405 \quad \beta = 0.00103 \quad \sigma_c = 55$$

$$0.00103 \sqrt{593800 \times 30} = 4.35 \text{ cm}^2$$

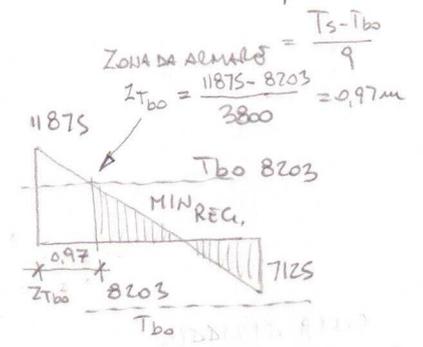
$$\frac{3}{8} qL = 7125 \text{ kg} = T_A$$

$$\frac{5}{8} qL = 11875 \text{ kg} = T_{BA}$$

$$c_A = \frac{7125}{0.9 \times 57 \times 30} = 4.63 < 5.33 \text{ g/cm}^2$$

$$c_{BA} = \frac{11875}{0.9 \times 57 \times 30} = 7.72 > 5.33 \text{ g/cm}^2$$

$$T_{bo} = 5.33 \times 0.9 \times 57 \times 30 = 8203 \text{ kg}$$



$A_{st \text{ MIN}} [\text{cm}^2/\text{m}] = 0.1 \beta^* = \frac{T_{\text{max}}}{9 h c_{\text{bo}}} = \frac{11875}{9 \times 57 \times 5.33} = 4.34 \text{ cm}^2/\text{m}$

PASSO STAFFE MINIMO

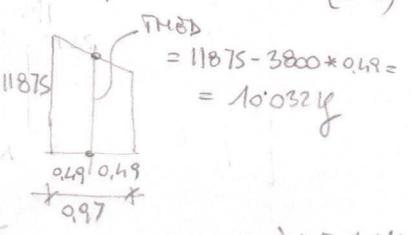
$0.8 \times 57 = 46 \text{ cm} > 33 \text{ cm}$

→ ST.  $\phi 8/30''$ ; NEL PRIMO METRO ST  $\phi 8/15''$  →  $6.67 \text{ st/m} \times 1.01 = 6.73 \text{ cm}^2/\text{m} = 6.73 \times 0.97 = 6.56 \text{ cm}^2$  (INAZ)

INAZ: SCORRH. ST  $\phi 8/15'' = \frac{6.73 \times 2600 \times 0.97}{9.3} = 17049 \text{ kg}$

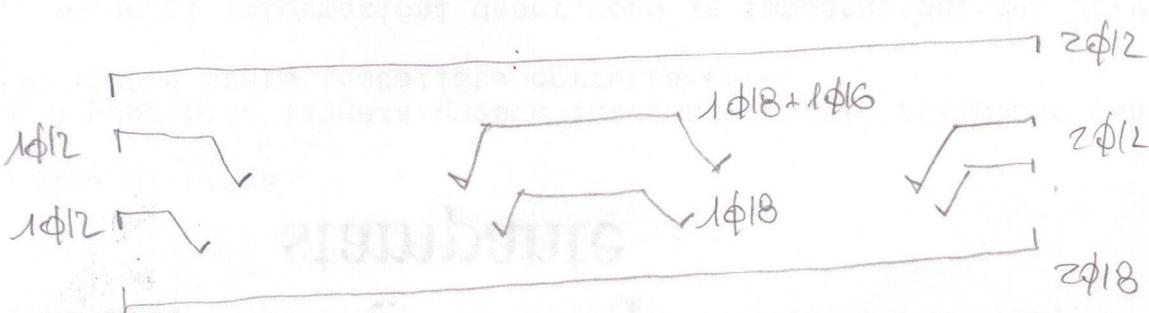
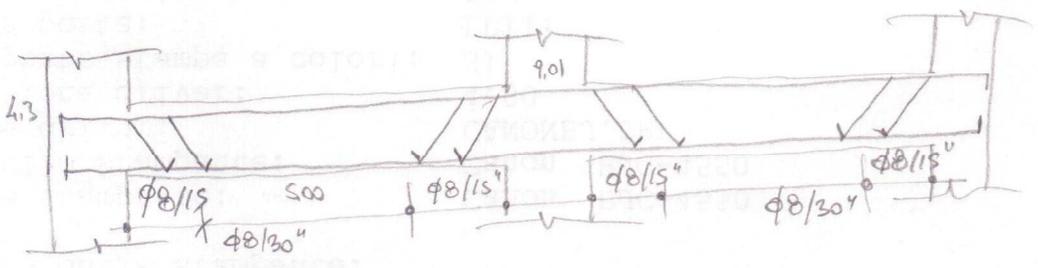
$A_{st \text{ INAZ}} = \frac{S_{st}}{\sigma_t} \rightarrow A_{st}/\text{m} = \frac{S_{st}}{\sigma_t \Delta z (\text{m})}$

$A_{st \text{ MIN}} = 0.1 \beta^* = \frac{T}{9 h c_{\text{bo}}} = \frac{14032}{9 \times 57 \times 5.33} = 3.67 \text{ cm}^2/\text{m} << 6.67 \text{ cm}^2/\text{m}$



SCORR 1° TRONCO =  $\frac{10032 \times 0.97}{0.9 \times 57} = 18969 \text{ kg}$

→ 1° STAFFE  $\phi 8/15''$  ASSOLBONO PIV' DEL 40%  
 AL PIU' CATTI:  $S_p = 18969 - 17049 = 1920 \text{ kg}$   
 $A_p = \frac{1920}{\sigma_t \sqrt{2}} = 0.52 \text{ cm}^2$



$A_t = 4.52 \text{ cm}^2$   
 $A_t' = 5.08 \text{ cm}^2$   
 $\gamma = 12.40 \text{ cm}$   
 $\sigma_c = 46 \text{ g/cm}^2$   
 $\sigma_t = 2672 \text{ kg/cm}^2$

$A_t = 9.35 \text{ cm}^2$   
 $A_t' = 5.08 \text{ cm}^2$   
 $\gamma = 17.28 \text{ cm}$   
 $\sigma_c = 71 \text{ g/cm}^2$   
 $\sigma_t = 2453 \text{ kg/cm}^2$

$A_t = 5.08 \text{ cm}^2$   
 $A_t' = 2.26 \text{ cm}^2$   
 $\gamma = 13.93 \text{ cm}$   
 $\sigma_c = 54 \text{ g/cm}^2$   
 $\sigma_t = 2489 \text{ kg/cm}^2$

**Decreto Ministeriale 14 febbraio 1992.**

**Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.**

**3.1.4. TENSIONI TANGENZIALI AMMISSIBILI NEL CONGLOMERATO.**

Non è richiesta la verifica delle armature al taglio ed alla torsione quando le tensioni tangenziali massime del conglomerato, prodotte da tali caratteristiche di sollecitazione, non superano i valori di  $\bar{\tau}_{c0}$  ottenuti con l'espressione:

$$\bar{\tau}_{c0} = 0,4 + \frac{R_{sk} - 15}{75} \quad (\text{N/mm}^2) \quad \left[ \bar{\tau}_{c0} = 4 + \frac{R_{sk} - 150}{75} \quad (\text{kgf/cm}^2) \right]$$

Nella zona ove le tensioni tangenziali superano  $\bar{\tau}_{c0}$  gli sforzi tangenziali devono essere integralmente assorbiti da armature metalliche, affidando alle staffe non meno del 40% dello sforzo globale di scorrimento.

La massima tensione tangenziale per solo taglio non deve superare il valore:

$$\bar{\tau}_{c1} = 1,4 + \frac{R_{sk} - 15}{35} \quad (\text{N/mm}^2) \quad \left[ \bar{\tau}_{c1} = 14 + \frac{R_{sk} - 150}{35} \quad (\text{kgf/cm}^2) \right]$$

Gli stessi valori sono ammessi nelle sezioni di attacco delle ali all'anima di travi a T o a cassone. Nel caso di sollecitazione combinata di taglio e torsione  $\bar{\tau}_{c1}$  può essere aumentato del 10%.

**3.1.5. TENSIONI AMMISSIBILI NEGLI ACCIAI IN BARRE TONDE LISCE.**  
La tensione ammissibile non deve superare i valori indicati nel successivo prospetto 6.

Prospetto 6  
Tensioni ammissibili negli acciai in barre tonde lisce

Tipo di acciaio	Fe B 22 K	Fe B 32 K
$\bar{\sigma}_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	115	155
$\bar{\sigma}_s$ [kgf/cm <sup>2</sup> ]	[ 1.200 ]	[ 1.600 ]

**3.1.6. TENSIONI AMMISSIBILI NEGLI ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA.**  
Per le barre ad aderenza migliorata si devono adottare le tensioni ammissibili indicate nel prospetto 7.

Prospetto 7

Tensioni ammissibili negli acciai in barre ad aderenza migliorata

Tipo di acciaio	Fe B 38 K	Fe B 44 K
$\bar{\sigma}_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	215	255
$\bar{\sigma}_s$ [kgf/cm <sup>2</sup> ]	[ 2.200 ]	[ 2.600 ]

**5.3. Regole specifiche per strutture in cemento armato normale.**

**5.3.1. ARMATURA LONGITUDINALE.**

Nelle strutture inflesse in elevazione la percentuale di armatura longitudinale, nella zona tesa, riferita all'area totale della sezione di conglomerato, non deve scendere sotto lo 0,15 per barre ad aderenza migliorata e sotto lo 0,25 per barre lisce. Tale armatura deve essere convenientemente diffusa.

In presenza di torsione si dovrà disporre almeno una barra longitudinale per spigolo e comunque l'interasse fra le barre medesime non dovrà superare 35 cm.

Alle estremità delle travi deve essere disposta una armatura inferiore, convenientemente ancorata, in grado di assorbire, con le tensioni ammissibili di cui ai punti 3.1.5. e 3.1.6., uno sforzo di trazione uguale al taglio.

**5.3.2. STAFFE.**

Nelle travi si devono prevedere staffe aventi sezione complessiva non inferiore a  $0,10 \beta^* \text{ cm}^2/\text{m}$ , essendo  $\beta^*$  la larghezza corrispondente a  $\tau = \tau_{c0}$  con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

Handwritten calculations:

$$\tau_{c0} = \frac{T}{0,9h \beta^*} \rightarrow \beta^* = \frac{T}{0,9h \tau_{c0}} \rightarrow 0,1 \beta^* = \frac{T}{9h \tau_{c0}} = A_{ST MIN} [\text{cm}^2/\text{m}]$$

PASSO: MIN [0,8h]

Handwritten notes and diagrams:

- $A_T \approx 0,15 A_C$
- $A_T \approx \frac{T}{\sigma_{pl} h}$
- Diagram showing a rectangular section with width  $b$  and height  $h$ , with a diagonal line representing the neutral axis.
- Labels:  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $12 \phi_{MIN} LONG$

In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione da ciascuna parte del carico concentrato, il passo delle staffe non dovrà superare il valore  $12 \phi_{MIN}$ , essendo  $\phi_{MIN}$  il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

In presenza di torsione dovranno disporre staffe aventi sezione complessiva, per metro lineare, non inferiore a  $0,15 b \text{ cm}^2$  per staffe ad aderenza migliorata e  $0,25 b \text{ cm}^2$  per staffe lisce, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in centimetri. Inoltre il passo delle staffe non dovrà superare 1/8 della lunghezza della linea media della sezione anulare resistente e comunque 20 cm.

Le staffe devono essere collegate da apposite armature longitudinali.

**5.3.4. PIASTRINE.**

Nei pilastri soggetti a compressione centrata od eccentrica deve essere disposta un'armatura longitudinale di sezione non minore dello 0,8% della sezione di conglomerato strettamente necessaria per carico assiale, e compresa fra lo 0,3% e il 6% della sezione effettiva. Quest'ultima limitazione sale al 10% della sezione effettiva nei tratti di giunzione per ricoprimento. In ogni caso il numero minimo di barre longitudinali è quattro per i pilastri a sezione rettangolare o quadrata e sei per quelli a sezione circolare.

Il diametro delle barre longitudinali non deve essere minore di 12 mm.

Deve essere sempre prevista una staffatura posta ad interasse non maggiore di 15 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 25 cm.

Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno.

Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/4 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Per pilastri prefabbricati in stabilimento i diametri minimi delle barre longitudinali e delle staffe sono rispettivamente ridotti a 10 ed a 5 mm.

Per strutture in c.a. intese come setti e pareti, di importanza corrente, sottoposte prevalentemente a sforzo assiale, quando la compressione media risulti non superiore al limite seguente:

$$\sigma_{media} \leq 0,42 [1 - 0,03(25 - s)] \bar{\sigma}_c$$

essendo  $\bar{\sigma}_c$  definita al punto 3.1.3. ed  $s$  lo spessore della parete espresso in cm, si potranno adottare per le armature, da disporre pressoché entrambe le facce, le seguenti limitazioni dimensionali in deroga alle precedenti:

a) diametro minimo delle barre longitudinali = 8 mm

interasse massimo  $\leq 30$  cm;

b) diametro minimo delle barre trasversali = 5 mm

interasse massimo  $\leq \begin{cases} 20 \phi_{LONGITUDINALE} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$

c) elementi di collegamento tra le due armature disposte su facce parallele:  $b$  per ogni  $\text{m}^2$  di parete.

**5.3.5. ARMATURE DI RIPARTIZIONE DELLE SOLETTE.**

Nelle solette non calcolate come piastre, oltre all'armatura principale deve essere adottata un'armatura secondaria di ripartizione disposta ortogonalmente.

In ogni caso l'armatura di ripartizione non deve essere inferiore al 20% di quella principale necessaria.