

Il punzonamento

Catania, 18 marzo 2004

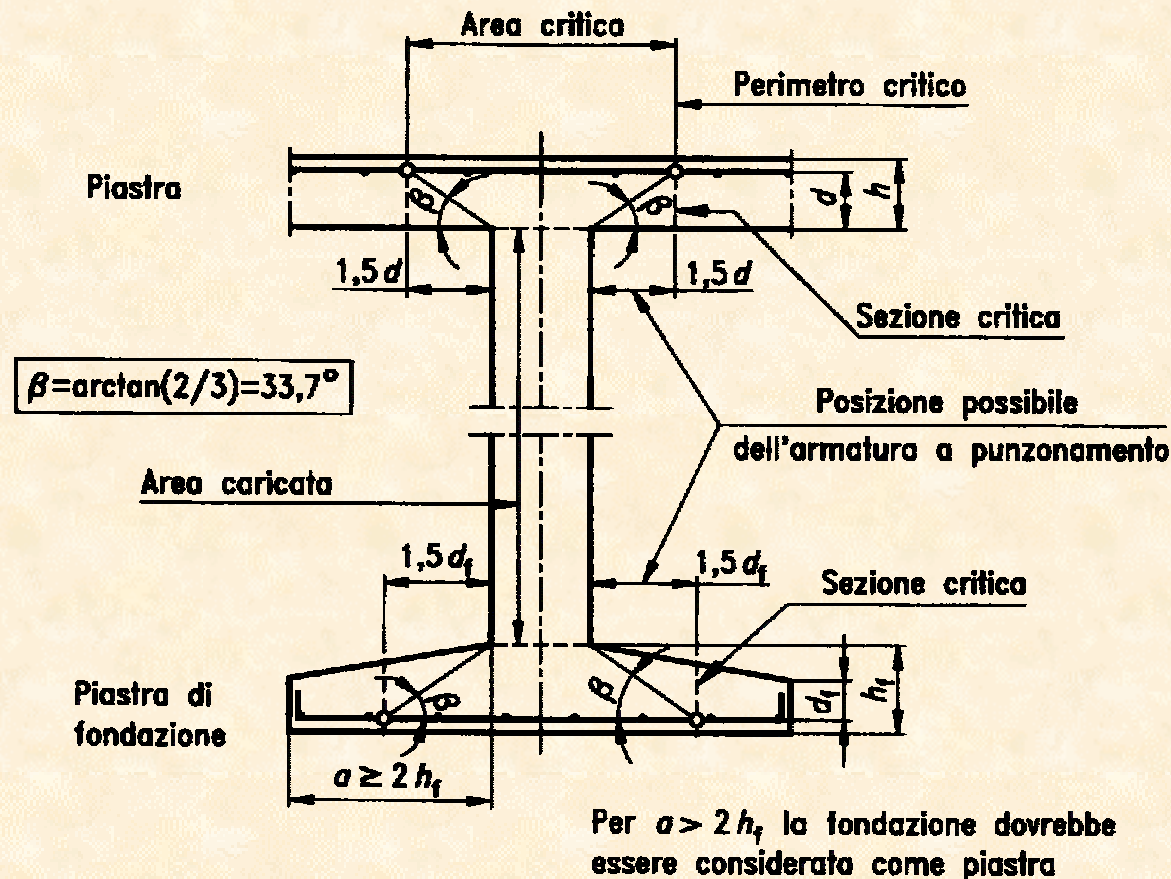
Pier Paolo Rossi

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4 Generalità.

Il punzonamento può risultare da un carico concentrato o da una reazione agente su un'area relativamente piccola di una piastra o di una fondazione, definita "area caricata".



PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4 Generalità.

- La resistenza a taglio deve essere verificata lungo un perimetro critico definito.
- Nelle piastre soggette a punzonamento non è di regola consentito ridurre incrementare il V_{Rd1} per effetto arco. Nelle piastre di fondazione il taglio agente può essere ridotto per tenere conto della reazione del terreno all'interno del perimetro critico.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4 Generalità.

- Se lo spessore di una piastra o di una fondazione non è sufficiente ad assicurare una resistenza a punzonamento adeguata, si deve disporre un'armatura a taglio o realizzare dei capitelli o predisporre altri tipi di connettori a taglio.
- La percentuale di armatura tesa longitudinale in due direzioni perpendicolari x ed y (calcolata tenendo conto della eventuale differenza delle altezze utili nelle due direzioni) deve di regola essere maggiore dello 0,5%.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.2.1. Area caricata

Le disposizioni di questa sezione si applicano se l'area caricata é:

a) di forma (d indica l'altezza utile media della piastra):

- circolare, con diametro non maggiore di $| \underline{3,5} d |$;
- rettangolare, con perimetro non maggiore di (I: $| \underline{10} d |$) e rapporto lunghezza larghezza non maggiore di $| \underline{2} |$;
- qualunque, con dimensioni limite fissate per analogia con le forme sopra descritte.

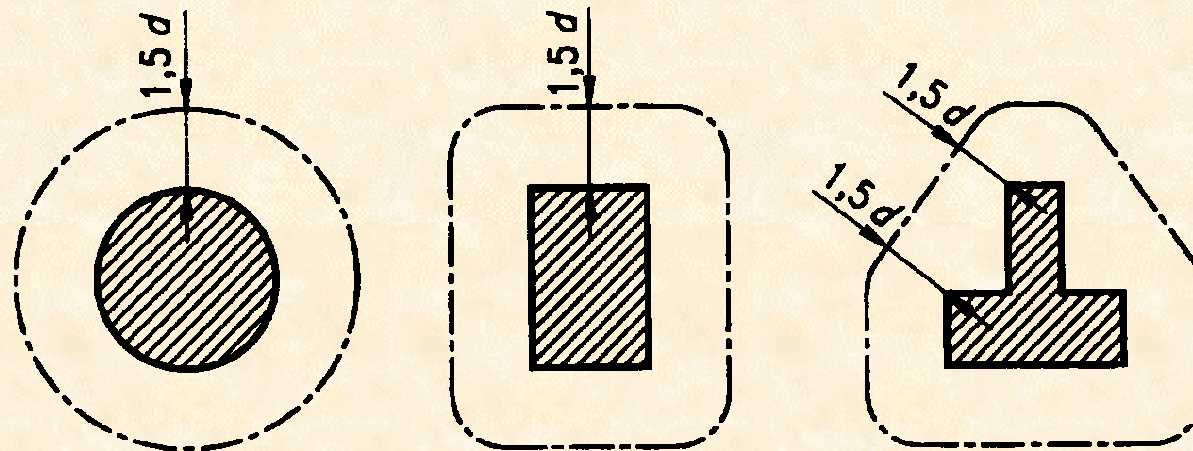
b) non così vicina ad altre aree soggette a forze concentrate da intersecarne il perimetro critico, né situata in una zona soggetta a forze di taglio significative di origine diversa.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.2.2. Perimetro critico

Il perimetro critico per aree caricate circolari o rettangolari lontane da bordi liberi è definito come il perimetro che circonda l'area caricata, a una distanza pari a $1,5 d$.

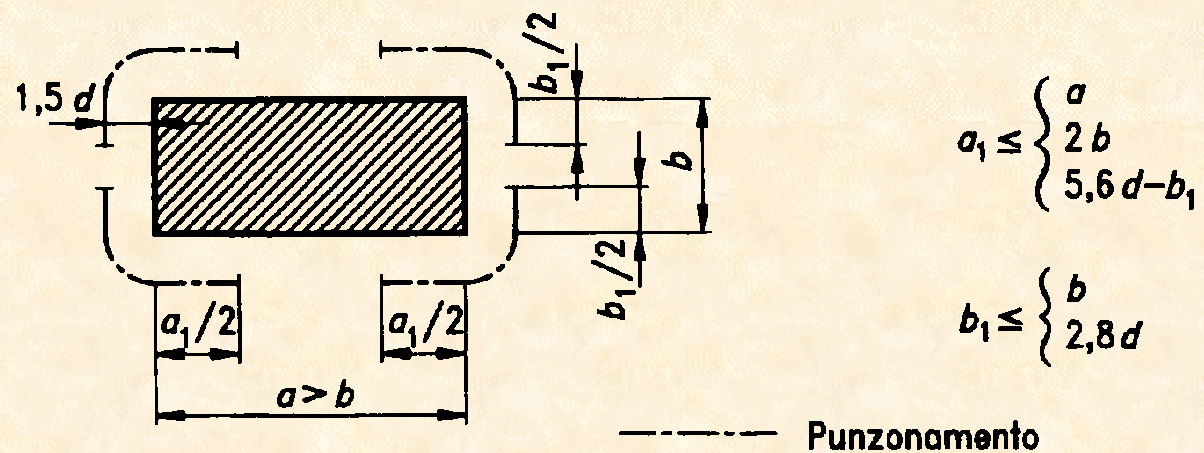


PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.2.1. Caso particolare

Se le condizioni formulate al punto a) non sono soddisfatte per muri o pilastri rettangolari, poiché la forza di taglio per appoggi di forma allungata è concentrata negli angoli, vanno di regola considerati, in assenza di un'analisi più dettagliata, solo i perimetri critici della figura.



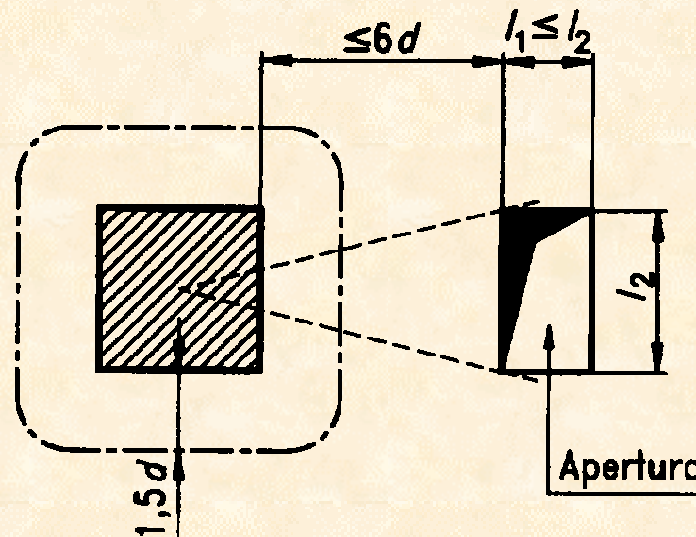
Applicazione delle prescrizioni sul punzonamento in casi non usuali

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.2.2. Perimetro critico

Per aree caricate situate vicino ad aperture, se la minore distanza tra il perimetro critico dell'area caricata e il bordo dell'apertura non è maggiore di $|6d|$ si considera inefficace quella parte del perimetro critico contenuta tra due tangenti tracciate dal centro dell'area caricata fino al contorno dell'apertura.



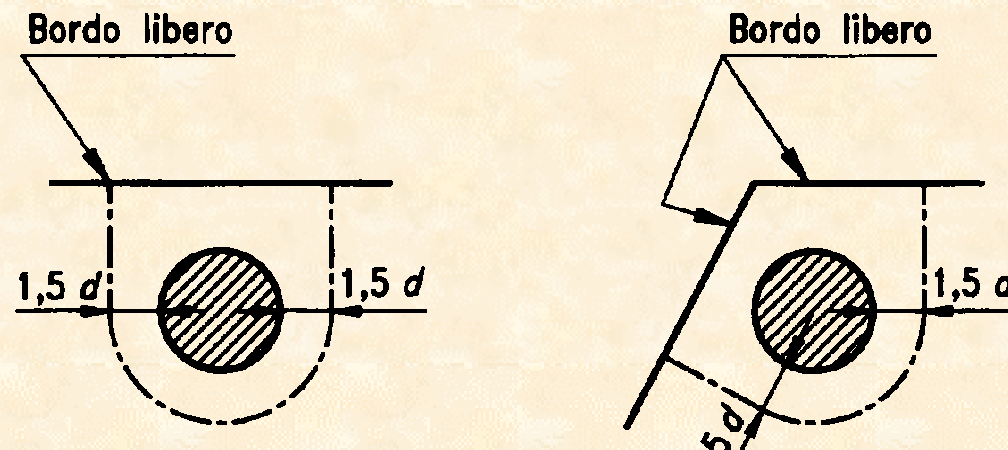
Per $l_1 > l_2$ sostituire
 l_2 con $\sqrt{l_1 \cdot l_2}$

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.2.2. Perimetro critico

- Per un'area caricata situata vicino a un bordo libero o a un angolo, il perimetro critico va di regola assunto come indicato in figura, se risulta un perimetro (escludendo i bordi liberi) minore di quello ottenuto con le indicazioni fornite precedentemente.
- Per aree caricate situate vicino o su un bordo libero o vicino o su un angolo, cioè a una distanza minore di d , è sempre richiesta un'armatura speciale di bordo lungo il bordo stesso.



PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.3. Metodo di calcolo per la verifica a punzonamento

Il metodo specificato nel seguito è basato su tre valori della resistenza di calcolo a taglio lungo il perimetro critico:

- V_{Rd1} è la resistenza di calcolo a taglio per unità di lunghezza di perimetro critico, per una piastra senza armatura a taglio;
- V_{Rd2} è la massima resistenza di calcolo a taglio per unità di lunghezza di perimetro critico, per una piastra con armatura a taglio;
- V_{Rd3} è la resistenza di calcolo a taglio per unità di lunghezza di perimetro critico, per una piastra con armatura a taglio.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.3. Metodo di calcolo per la verifica a punzonamento

- Non è richiesta armatura a taglio se

$$V_{Sd} < V_{Rd1}$$

- Se v_{Sd} è maggiore di v_{Rd1} vanno di regola disposte armature a taglio, o altre forme di connettori a taglio a seconda dei casi, in modo che:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd3}$$

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.3. Metodo di calcolo per la verifica a punzonamento

Nel caso di carico concentrato o di reazione di appoggio, il taglio applicato per unità di lunghezza vale:

$$v_{Sd} = V_{Sd} \beta / u$$

dove:

V_{Sd} è il valore di calcolo della forza totale di taglio agente.

In una piastra detta azione si calcola lungo il perimetro u .

Per una fondazione si calcola lungo il perimetro della base del tronco di cono di punzonamento, che si suppone formare un angolo di $33,7^\circ$, purché tale perimetro cada all'interno della fondazione;

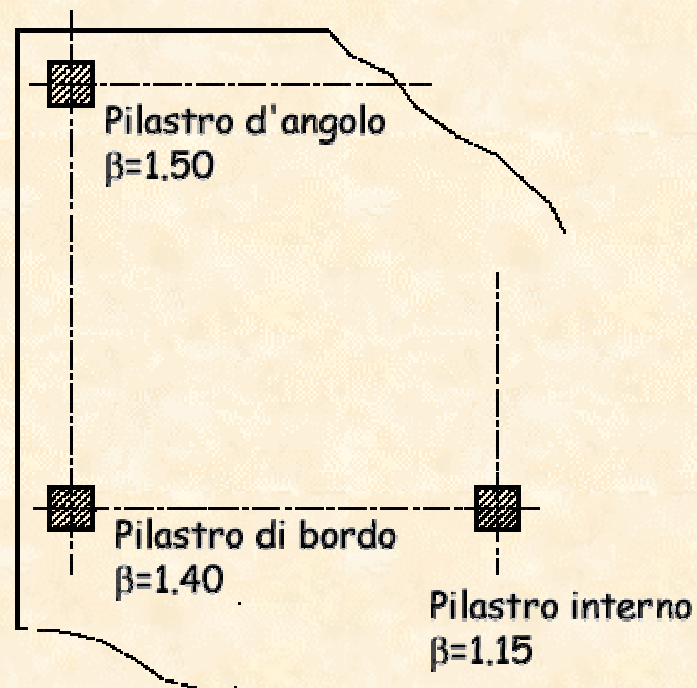
u è il perimetro della sezione critica;

β è il coefficiente che tiene conto degli effetti dell'eccentricità del carico.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.3. Valutazione approssimata del coefficiente β



Se nessuna eccentricità dei carichi è possibile,
 β può essere assunto pari ad 1.0.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.5.1. Piastre o fondazioni senza armatura a taglio-punzonamento

La resistenza a taglio per unità di lunghezza v_{Rd1} di piastre non precomprese è data da:

$$v_{Rd1} = \tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) d$$

dove:

τ_{Rd} è la resistenza unitaria a taglio di calcolo di riferimento

$k = \lfloor \frac{1,6 - d}{1,0} \rfloor$ (d in metri);

$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1x} \rho_{1y}} \leq 0,015$; ρ_{1x} e ρ_{1y} si riferiscono all'armatura tesa disposta rispettivamente nelle direzioni x e y .

$d = (d_x + d_y)/2$; d_x e d_y sono le altezze utili della piastra nei punti in cui la superficie di rottura interseca l'armatura longitudinale rispettivamente nelle direzioni x e y .

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.5.2. Piastre contenenti armatura a punzonamento

In piastre contenenti armatura a taglio le resistenze al taglio sono date da:

$$V_{Rd2} = | 1,6 | V_{Rd1}$$
$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + \sum A_{sw} f_{yd} \sin \alpha / u$$

dove:

$$\sum A_{sw} f_{yd} \sin \alpha$$

è la somma delle componenti delle forze di snervamento di calcolo nell'armatura a taglio nella direzione della forza applicata, essendo α l'angolo tra l'armatura e il piano della piastra.

Per altri tipi di armatura a taglio (per esempio inserti in profilati), V_{Rd3} può essere determinata con prove sperimentali o ricavata da documenti appropriati.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.5.2. Piastre contenenti armatura a punzonamento

L'armatura a taglio sarà disposta all'interno dell'area critica.

Requisiti per la disposizione di armature a punzonamento sono dati in 5.4.3.3. Va di regola prevista un'armatura minima a taglio secondo 5.4.3.3. La verifica dell'equazione [5.16] può essere fatta considerando la quantità totale di armatura a punzonamento, posta tra il perimetro critico e l'area caricata:

$$r_w = \sum A_{sw} f_{yd} \sin \alpha / (A_{crit} - A_{load})$$

A_{crit} è l'area all'interno del perimetro critico;

A_{load} è l'area all'interno dell'area caricata.

Le piastre prive di nervature contenenti armatura a taglio devono avere, di regola, uno spessore minimo di 200 mm.

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.5.3. Momenti minimi di calcolo per nodi piastra-pilastro soggetti a carico eccentrico

Per assicurare che la resistenza a punzonamento possa svilupparsi, la piastra deve, di regola, essere progettata per momenti flettenti minimi per unità di larghezza m_{Sdx} e m_{Sdy} , nelle direzioni x e y , a meno che l'analisi strutturale conduca a valori più elevati. In assenza di altre disposizioni va di regola soddisfatta l'equazione:

$$m_{Sdx} \text{ (o } m_{Sdy}) \geq \eta V_{Sd}$$

dove:

V_{Sd}

è il taglio totale agente;

η è il coefficiente di momento dato nel prospetto 4.9

Nella verifica dei corrispondenti momenti resistenti vanno, di regola, considerate solo quelle barre di armatura che sono adeguatamente ancorate oltre l'area critica

PUNZONAMENTO

Eurocodice 2

4.3.4.5.3. Momenti minimi di calcolo per nodi piastra-pilastro soggetti a carico eccentrico

Posizione del pilastro	η per m_{Sdx}			η per m_{Sdy}		
	estradosso	intradosso	larghezza efficace	estradosso	intradosso	larghezza efficace
pilastro interno	-0,125	0	$0,3 l_y$	-0,125	0	$0,3 l_x$
pilastro di bordo, bordo della piastra parallelo all'asse x	-0,25	0	$0,15 l_y$	-0,125	+0,125	(per m)
pilastro di bordo, bordo della piastra parallelo all'asse y	-0,125	+0,125	(per m)	-0,25	0	$0,15 l_x$
pilastro d'angolo	-0,5	+0,5	(per m)	+0,5	-0,5	(per m)

Momenti flettenti m_{Sdx} e m_{Sdy} in nodi trave-piastra soggetti a carico eccentrico e larghezza efficace per l'assorbimento di tali momenti