

# I PLINTI

①

## GENERALITÀ

L'USO DEI PLINTI DI FONDAZIONE È INDICATO QUANDO LE SOLLECITAZIONI TRASMESSE AL TERRENO SONO MODESTE.

IL PLINTO HA GENERALMENTE FORMA IN PIANTA ISOMETRICA (QUADRATA, POLIGONALE O CIRCOLARE). IN PRESENZA DI FORTI ECCENTRICITÀ DEI CARICHI PERMANENTI POSSONO ESSERE UTILIZZATI ANCHE PLINTI RETTANGOLARI.

IN GENERE LA FORMA DEL PLINTO È PRISMATICA (IN PASSATO SI PREFERIVANO PLINTI A FORMA DI TRONCO DI PIRAMIDE PER RISPARMIARE MATERIALE MA ERANO RICHIESTI ONERI NEL POSIZIONAMENTO DI ARMATURE E CASSEFORMI).

AL DI SOTTO DEL PLINTO SI REALIZZA UN SOTTO-PLINTO PER ALLARGARE LA BASE EFFETTIVA DI APPOGGIO → QUESTA È DIMENSIONATA IN FUNZIONE DI PROPRIETÀ GEOTECNICHE.

L'ALTEZZA DEL PLINTO, INVECE, DERIVA DA CONSIDERAZIONI STRUTTURALI ED È DEFINITA IN MODO DA AVERE UNA STRUTTURA DI FONDAZIONE RIGIDA.

IN PASSATO (VEDIAMO ALLE T.A.) LA VERIFICA AL POSIZIONAMENTO ERA CONDIZIONANTE PER DEFINIRE  $h$ .

IN OGNI CASO SI CONSIDERA  $H_{\text{plinto}} \geq 60 \text{ cm}$

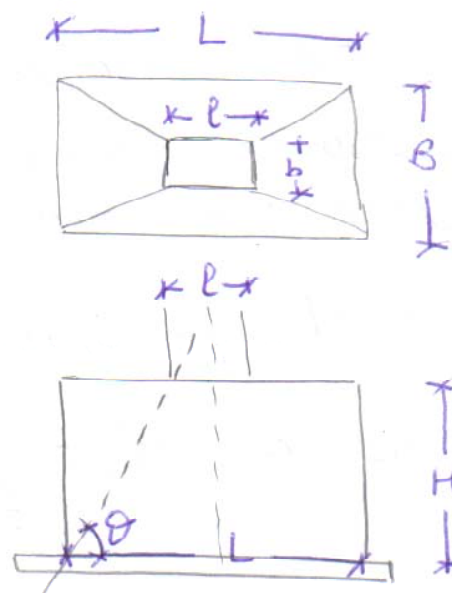
## CLASSIFICAZIONE DEI PLINTI

IN FUNZIONE DEL RAPPORTO TRA ALTEZZA E DIMENSIONE DELLA BASE DEL PLINTO, SI DISTINGUONO:

PLINTI TOZZI:  $\theta = \arctg \frac{2H}{L-b} \geq 60^\circ$

PLINTI SNELLI:  $\theta \leq 25^\circ$

PUNTO NON CHIARAMENTE CLASSIFICABILE:  $25^\circ < \theta < 60^\circ$

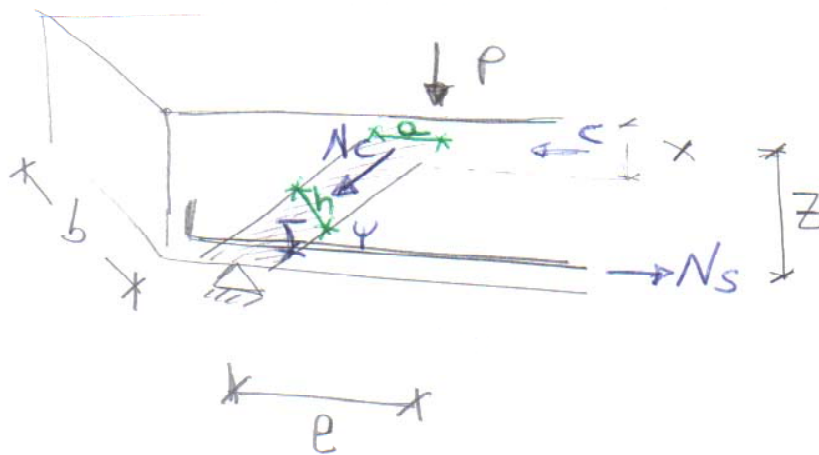


## PLINTI TOZZI

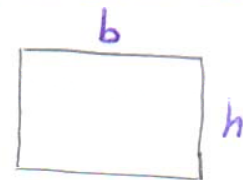
IN PRESENZA DI PLINTI TOZZI (O ELEMENTI TOZZI IN GENERALE) LA TEORIA DELLA TRAVE DEL DE SAINT VENANT NON E' RIGOROSAMENTE VALUTA  $\rightarrow$  NON SI PARLA DI TAGLIO E DI MOMENTO FLETTENTE.

LA TRASMISSIONE DELLE AZIONI AVVIENE ATTRAVERSO PUNTONI COMPRESSI ED ELEMENTI TESI (MODELLO STRUT & TIE)

Richiami sul modello strut & Tie



IL PUNTONE COMPRESSO HA SEZIONE TRASVERSALE



LA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL PUNTONE E':

$$N_{rd} = b h f_{cd}$$

$$h = l \sin \psi \quad \text{ESSENDO:}$$

$$\psi = \arctan \frac{z}{l} \rightarrow \cotg \psi = \frac{l}{z} = \lambda \quad \text{PARAMETRO DI SNEVEZZA}$$

SPERIMENTALMENTE SI TROVA CHE  $l \approx 2x \approx 0,4d \Rightarrow$

$$N_{rd} = 0,4 b d f_{cd} \sin \psi$$

LO SFORZO NORMALE SOLLECITANTE E':  $N_c = P / \sin \psi \Rightarrow$

UGUAGLIANDO  $N_{rd}$  E  $N_c$  DETERMINO IL VALORE DEL CARICO CHE CAUSA LO SCHIACCIAMENTO DEL PUNTONE  $\Rightarrow$

$$P = N \sin \psi = 0,4 b d f_{cd} \sin^2 \psi$$

$$\text{INOLTRE } \sin^2 \psi = \frac{1}{1 + \lambda^2} \Rightarrow P_{dis} = \frac{0,4 b d f_{cd}}{1 + \lambda^2}$$



LA FORZA DI TRAZIONE CHE NASCE NELLE ARMATURE È PARIA:

(2)

$$N_s = P \cot \varphi \Rightarrow P = N_s / \lambda$$

POICHÉ LO SFORZO NORMALE RESISTENTE È:  $N_{rd} = A_s f_{yd}$ .

QUINDI IL VALORE DEL CARICO P CHE DETERMINA LA CRISI NELLE ARMATURE È:

$$P_{s,rd} = A_s f_{yd} / \lambda$$

### CALCOLO DEL PUNTO TOZZO CON $N_{ed}$ CENTRATO

IN UN PUNTO DOPPIAMENTE SIMMETRICO POSSO STUDIARE IL PROBLEMA CONSIDERANDO DUE SCHEMI RESISTENTI ORTOGONALI COSTITUITI DA DUE BIELE E DALL'ARMATURA TESA INFERIORE. I DUE SCHEMI FUNZIONANO IN RUOTOLO COMBINATO PER DIFFONDERE LE AZIONI SUL TERRENO.

PER LO SCHEMA IN DIREZIONE 1:

- SCOMPONGO  $N$ :

$$N' = \frac{e}{L} N$$

$$N'' = \frac{L-e}{2L} N$$

$N''$  È APPLICATO A DISTANZA  $t_c$  DALL'ESTREMO DEL PIASTRO CON:

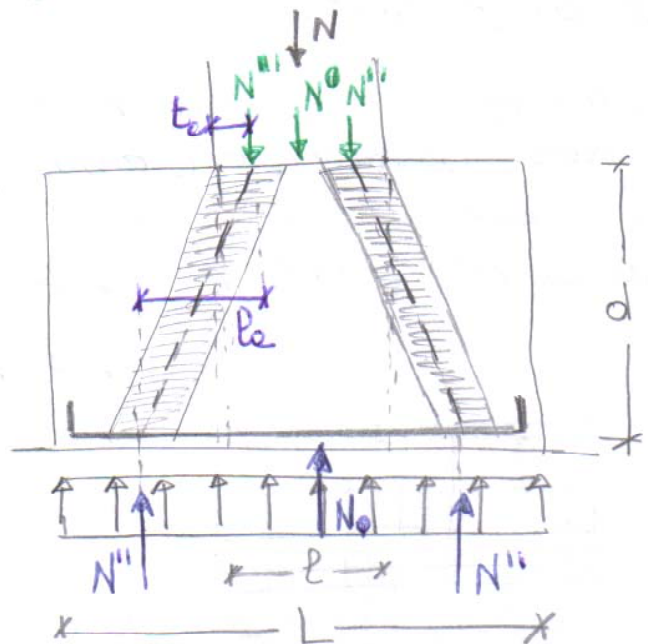
$$t_c = \min \left( 0.2d, \frac{e}{4} \right)$$

LA DISTANZA TRA IL PUNTO DI APPLICAZIONE DI  $N''$  E LA CORRISPONDENTE REAZIONE DEL TERRENO È:

$$l_e = \frac{L-e}{4} + t_c \Rightarrow \lambda = \frac{l_e}{d}$$

LA CRISI NELLE ARMATURE AVVIENE QUANDO:

$$N = N' + 2 \frac{A_s f_{yd}}{\lambda}$$



ANALOGAMENTE IN DIREZIONE ORTOGONALE SI HA:

$$N_s = N' + 2 A_{sb} \frac{P_{yd}}{\lambda_b}$$

QUESTE FORMULE POSSONO ESSERE INVERTE PER PROGETTARE L'ARMATURA DA DISPORRE NELLE DUE DIREZIONI.

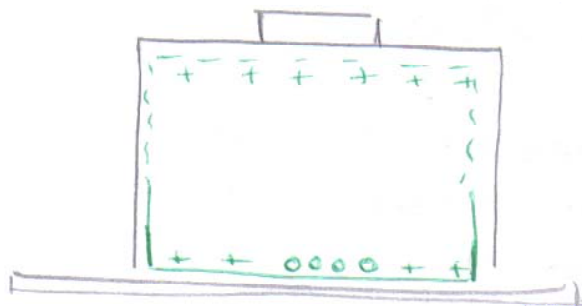
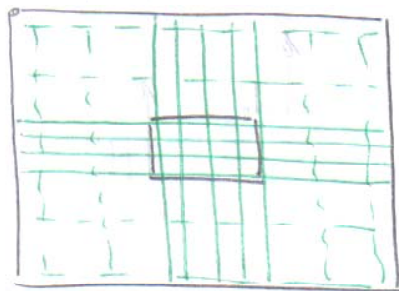
PER QUANTO RIGUARDA LA CRISI NEL CALCESTRUZZO (GENERAZIONE NON VINCOLENTE) SE SI AVANZANO CONTEMPORANEAMENTE LE DUE DIREZIONI SI HA:

$$N_{cls} = N_0 + 2 \left[ 0,4 b d \frac{P_{cd}}{1 + \lambda_e^2} + 0,4 b d \frac{P_{cd}}{1 + \lambda_b^2} \right] \text{ CON } P_0 = \frac{P_{lb}}{L_b}$$

LA VERIFICA DELLE BIELE PUÒ RISULTARE VINCOLENTE SOLO SE IL CLS DEL PUNTO HA UN  $R_{ck}$  MOLTO INFERIORE A QUELLO DEL PILASTRO.

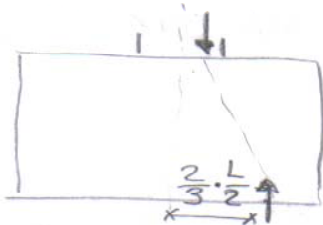
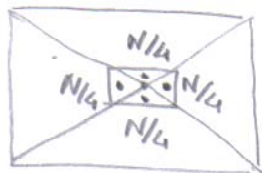
LE ARMATURE PROGETTATE SI DISPONGONO PREVALENTEMENTE NELLA PARTE CENTRALE DEL PIASTRO. NELLA PARTE RESISTENTE E IN QUELLA SUPERIORE SI DISPONE ARMATURA SECONDO I LIMITI DI NORMATIVA.

- $A_{se} \geq 0,13\% b d$
- $A_{se} \geq 0,26 \frac{P_{cm}}{f_{yk}} b d$  } PER FESSURAZIONE
- distanze barre  $P_s \leq 2,0 h \leq 350 \text{ mm}$



OCORRE INOLTRE VERIFICARE CHE  $N_{els} > N_{ed,s}$

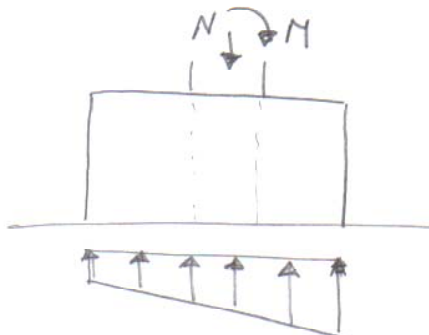
**ATTENZIONE:** IN LETTERATURA SONO PRESENTI ALTRE POSSIBILI SUDDIVISIONI DI  $N_{ed}$  TRA LE BIELE. AD ESEMPIO



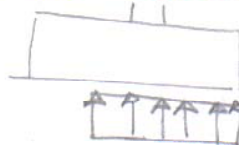
## NED ECCENTRICO

③

IN PRESENZA DI  $N_{ed}$  ECCENTRICO IL MODO DI PROCEDERE E' ANALOGO RA CAMBIA LA DISTRIBUZIONE DELLE AZIONI SUL TERRENO  $\rightarrow N$  NON SI DISTRIBUISCE SECONDO LE PERCENTUALI PRECEDENTEMENTE VISTE RA IN MODO OSSIREFETTUO

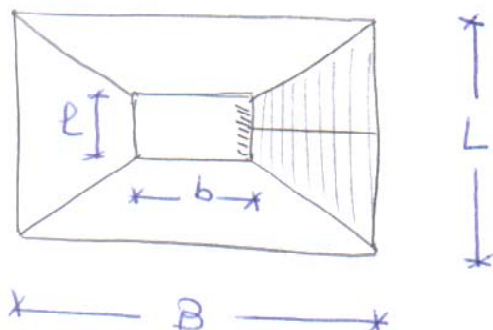


N.B.: IN UN APPROCCIO ALLO S.L.U SI POTREBBE CONSIDERARE  $\sigma = \sigma_{lim}$  IN UNA PORZIONE DEL TERRENO.

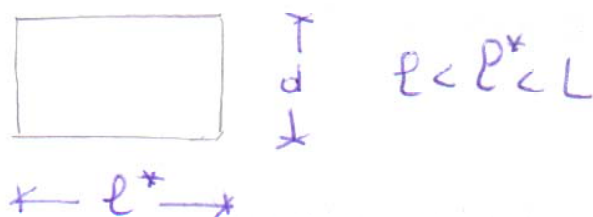


## PLINTI SNELLI

SE IL PUNTO E' SNEUO E' POSSIBILE APPICARE LA TEORIA DEL DE SAINT VENANT E SUDDIVIDERLO IN 4 PARTI TRAPEZOIDALI IN PIANTA, OTTENUTE CONGIUNGENDO I VERTICI DEL PILASTRO CON QUELLI DELLA BASE DEL PLINTO.

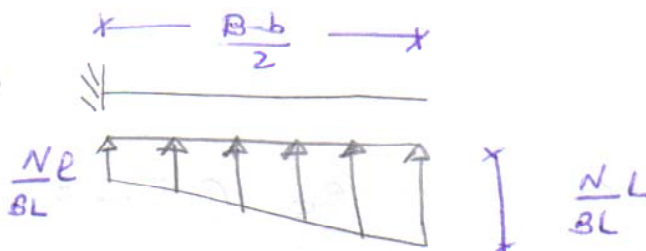


CIASCUN ELEMENTO HA SEZIONE VARIABILE:



IN PRESENZA DI  $N$  CENTRATO E DI UN PLINTO RIGIDO LE TENSIONI NEL TERRENO SONO UNIFORMI E PARI A  $\sigma = \frac{N}{BL}$

QUINDI SULLA MENSOLE HO:



PER EFFETTO DEL CARICO TRAPEZOIDALE IL MOMENTO FLETTENTE ALL'INCASTRO E' PARI A:



$$M_{Ed} = \frac{N}{BL} \ell \left( \frac{B-b}{2} \right)^2 \frac{1}{2} + \frac{N}{BL} (L-\ell) \cdot \left( \frac{B-b}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \left( \frac{B-b}{2} \right)$$

$$\rightarrow M_{Ed} = \frac{N}{BL} \left( \frac{B-b}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2} \left[ \ell + \frac{2}{3} (L-\ell) \right] \Rightarrow$$

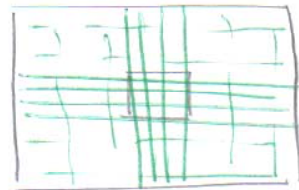
$$M_{Ed} = \frac{N}{24 BL} (B-b)^2 \cdot [2L + \ell]$$

NOTO  $M_{Ed}$  VERIFICO LA SEZIONE D'INCASTRO :

$$M_{rd} = \frac{\ell d^2}{\gamma^2} \geq M_{sd} \quad \text{con } \gamma^2 \approx 0,013$$

PROGETTO LE ARMATURE DA DISPORRE INFERIORMENTE (NELLA ZONA PROSSIMA AL PILASTRO) :

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{0,9 d f_{yd}}$$

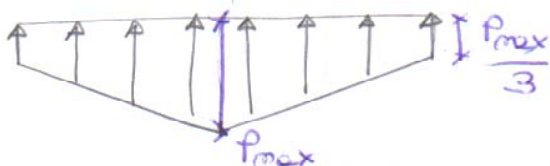


ANCHE IN QUESTO CASO SI AGGIUNGE ARMATURA FUORI CALCOLO

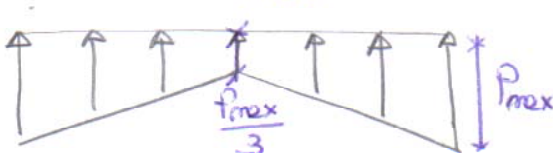
### CONSIDERAZIONE:

IL PUNTO SNELLO POTREBBE AVERE RIGIDITÀ NON ELEVATA  $\rightarrow$  LA DISTRIBUZIONE DELLE PRESSIONI POTREBBE NON ESSERE UNIFORME.

DEVONO QUINDI ESSERE CONSIDERATI ANCHE I CASI:



$$\textcircled{1} p_{max} = \frac{9}{5} p_H = \frac{9}{5} \frac{N}{BL}$$



$$\textcircled{2} p_{max} = \frac{9}{7} p_H$$

LE PRECAGGANTI ESPRESSIONI DELLE PRESSIONI DEVONO  
POI ESSERE ULTERIORMENTE MODIFICATE MOLTIPLICANDO PER  
LA LARGHEZZA VARIABILE DELLA TENSOLOA  $\Rightarrow$

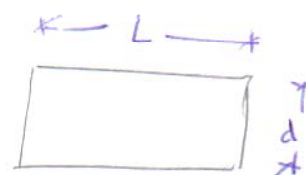
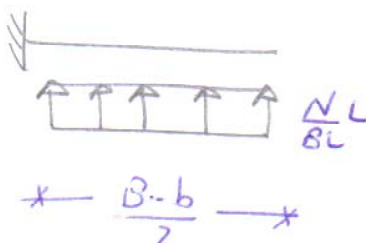
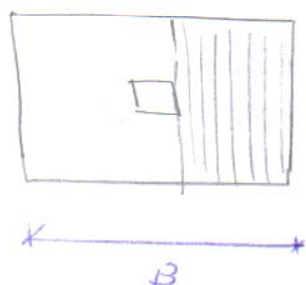
(4)

(Viggiani)

$$① M_{sj} = \frac{P_m}{40} \left[ 2B + b + \frac{L-l}{l} (B+b) \right] (L-l)^2$$

$$② M_{cd} = \frac{P_m}{56} \left[ 5B + 3b + \frac{L-l}{l} (B+b) \right] (L-l)^2$$

UN'ALTRA POSSIBILE SOLUZIONE, PROPOSTA DALLE NORME ACI,  
PREVEDE LA SUDDIVISIONE DEL PUNTO IN TENSOLE A SEZIONE  
CONSTANTE:



(ANCHE IN QUESTO CASO DEVONO ESSERE CONSIDERATE DIVERSE  
DISTRIBUZIONI DI PRESSIONI).

### CONFRONTI TRA I MODELLI

SI PUO' MOSTRARE CHE

- MODELLO STRUT & TIE
- MODELLO A TENSOLOA

$\rightarrow$  RICHIEDONO LE  
STESSE ARMATURE

(Anche se nel modello Strut & Tie  
devono essere ben ancorate  
per tutto il punto)

IL MODELLO A TENSOLOA CON  $l^* = L$  RICHIEDE ARMATURE  
PIU' ELEVATE MA QUESTE VANNO DISPOSTE SU TUTTA LA PARTE  
INFERIORE DELLA PIASTRA (Negli altri modelli aggiungiamo  
armature fuori calcolo)

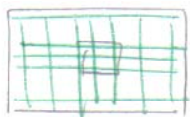
CASI 1-2:



+

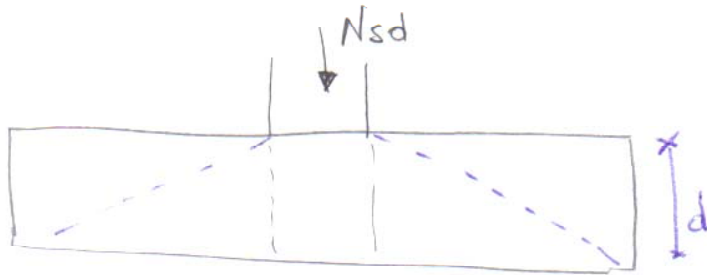


CASO 3:



## VERIFICA A PUNZONAMENTO PER PUNTI SNELLI

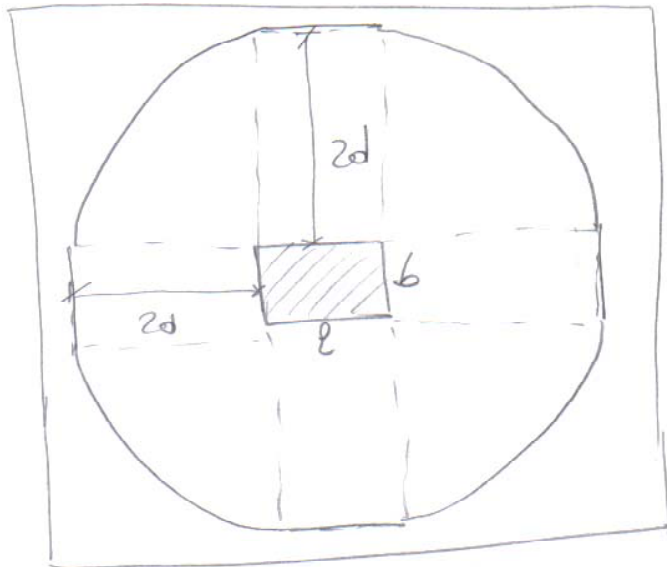
PER I PUNTI SNELLI DEVE ESSERE FATTA ANCHE UNA VERIFICA A PUNZONAMENTO LUNGO IL PERIMETRO CRITICO. TALE VERIFICA ERA PARTICOLARMENTE GRAVOSA ALLE T.A. PERCHÉ SI ASSUNTEVA COME SEZIONE CRITICA QUELLA A FILO DELLA ZONA CARICATA.



ALLA S.L.U, INVECE, SI CONSIDERA UNA DIFFUSIONE DELLE TENSIONI CON UN ANGOLO DI  $\approx 27^\circ$  RISPETTO ALL'ORIZZONTALE

$\times \rightarrow 2d \rightarrow \times$

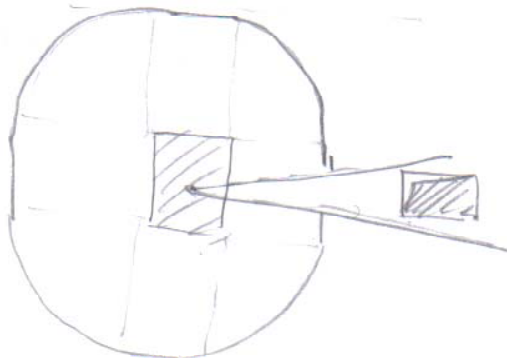
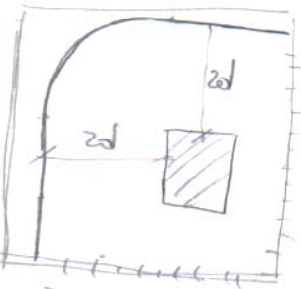
LE NTC08 AGGIUNGONO POCO ALTRO  $\rightarrow$  RIFERIMENTO A EC2



IL PERIMETRO CRITICO È DEFINITO COME:

$$u_{cr} = 2(l+b) + 2\pi \cdot 2d \rightarrow$$
$$u_{cr} = 2l + 2b + 4\pi d$$

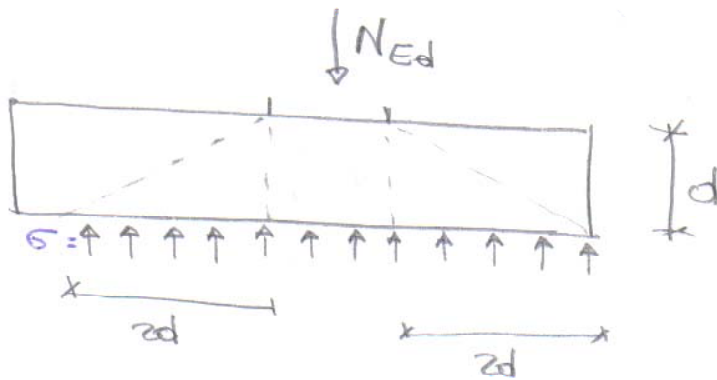
SE L'AREA CARICATA È IN PROSSIMITÀ DI UNO O PIÙ BORDI LIBERI, IL PERIMETRO CRITICO TERMINA CON ~~PARTE PERPE~~ TRATTI PERPENDICOLARI AI BORDI (IL BORDO LIBERO NON È CONTEGGIATO NEL PERIMETRO); ALTRE INDICAZIONI SONO FORNITE SE SONO PRESENTI FORI NELLE VICINANZE ...





(5)

INDIVIDUATO IL PERIMETRO CRITICO SI DETERMINA  
L'AZIONE SOLLECITANTE PER UNITA' DI SUPERFICIE LUNGO IL  
PERIMETRO CRITICO:



$$V_{Ed} = \frac{N_{Ed} - \sigma A_{critica}}{u_{cr} d}$$

$$\text{DOVE } A_{critica} = \pi (2d)^2 + 2 \times (l \cdot 2d) + 2 \times (b \cdot 2d)$$

SE LA RISULTANTE ~~AP~~ DEL CARICO  $N_{Ed}$  NON E' CENTRATA, SE NE TIENE  
CONTO AMPLIFICANDO  $V_{Ed}$  MEDIANTE UN COEFFICIENTE  $\beta \rightarrow$

$$V_{Ed} = \beta \frac{N_{Ed} - \sigma A_{critica}}{u_{cr} d}$$

IN CASO APPROSSIMATO

$$\beta = 1 + 1.8 \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2}$$

$$e_i = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

(Nel caso di piastre su terreno, anche in assenza di  $M_{Ed}$  possono  
nascere eccentricita' ha carico e reazione del terreno  $\rightarrow$  si  
puo' assumere  $\beta = 1.15, 1.4$  o  $1.5$  in base alla posizione del pilastro  
rispetto alla piastra)

L'AZIONE SOLLECITANTE, IN ASSENZA DI ARMATURA SPECIFICA  
A PUNZONAMENTO, DEVE ESSERE CONFRONTATA CON:

$$V_{Ed,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.18 K \frac{\sqrt[3]{100 \rho_e \rho_{ck}}}{\gamma_c} + 0.10 \sigma_{cp} \\ 0.035 K^{3/2} \rho_{ck}^{1/2} + 0.10 \sigma_{cp} \end{array} \right.$$

$$\text{DOVE: } K = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad (\text{con } d \text{ in mm})$$

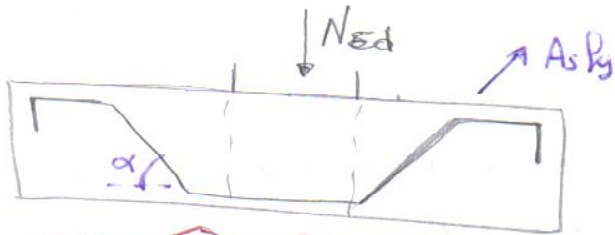
$$\rho_e = \sqrt{\rho_{ex} \rho_{ey}}$$

$$\rho_{ex} = \frac{A_{se}}{b d} \leq 0.02$$

$$\rho_{ey} = \frac{A_{se}}{b d} \leq 0.02$$

IN PRESENZA DI ARMATURA A PUNZONAMENTO, INVECE, BISOGNA VERIFICARE CHE (IN ACCORDO AL "MODELLO NOTALE" NON PIÙ UTILIZZATO PER IL TAGLIO):

$$v_{ed} \leq \begin{cases} v_{ed, max} = 0.5 \sqrt{P_{ed}} & \text{(dal modello di traliccio con } \cot \theta = 2) \\ v_{ed, s} = 0.75 v_{ed, c} + 1.5 \frac{d}{s_r} \frac{A_s P_y}{u_1 d} \sin \alpha \end{cases}$$



-  $A_s P_y \sin \alpha$  è la componente VERTICALE DELL'AZIONE DELL'ARMATURA

-  $s_r$  è IL PASSO RADIALE DI UN'ARMATURA DIFFUSA

-  $1.5 \frac{d}{s_r}$  è uguale a  $\frac{2(\cot \theta + \cot \alpha)}{s}$

N.B. IN PROSSIMITÀ DEL PILASTRO, VERIFICARE CHE:

$$v_{ed} = \frac{P V_{ed}}{u_0 d} \leq 0.5 \sqrt{P_{ed}}$$

→ POSSO DEFINIRE  $d$  NECESSARIO

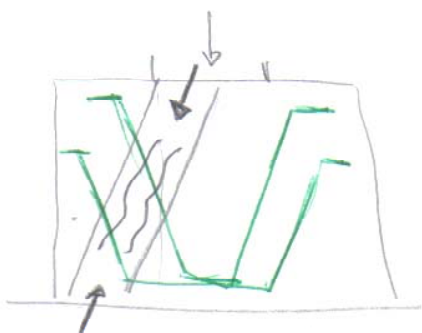
SE IN  $A_s$  SONO CONTINGUATE TUTTE E SOLO LE ARMATURE CHE ATTRAVERSSANO LA SEZIONE CRITICA →  $1.5 d / s_r = 1$

POSSO ANCHE DETERMINARE IL PERIMETRO A PARTIRE DAL QUALE NON È PIÙ NECESSARIA ARMATURA A PUNZONAMENTO CONSIDERANDO:

$$u_{lim} = \frac{P V_{ed} - \sigma_{cr} A_{cc}}{v_{ed, c} \cdot d} \quad \text{— dipende da } u_{cr}$$

### CONSIDERAZIONE PUNTI SNELLI - TOZZI

LA PRINCIPALE DIFFERENZA TRA I DUE PUNTI STA NELLA VERIFICA A PUNZONAMENTO (NECESSARIA SOLO PER PUNTI SNELLI) PERCHÉ LE ARMATURE LONGITUDINALI SONO SIMILI.

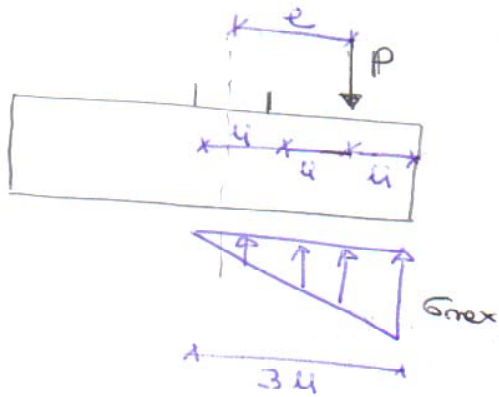


L'ARMATURA A PUNZONAMENTO È UTILE ANCHE PER PUNTI TOZZI PERCHÉ FUNGEREBBE DA CUCITURA PER LE LESIONI DEI PUNTONI COMPRESSI CHE SI FORTANO // ALLA COMPRESSIO NE

## PLINTI SNELLI CON $N$ ECCENTRICO

⑤

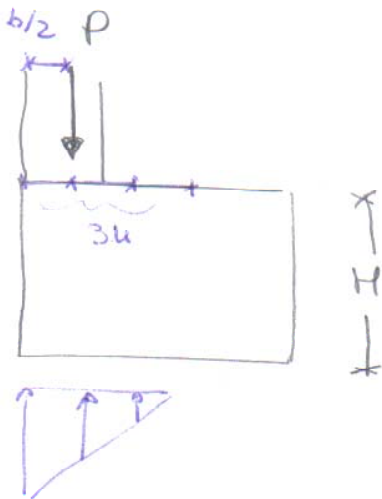
NEL CASO IN CUI  $N_{ed}$  È ECCENTRICO, È NECESSARIO DETERMINARE SE LA SEZIONE È INTERAMENTE REAGENTE:



SI PUÒ QUINDI STUDIARE LA MENSOLO SOGGETTA ALLA DISTRIBUZIONE DI TENSIONI COSÌ DETERMINATA

## PLINTI ZOPPI

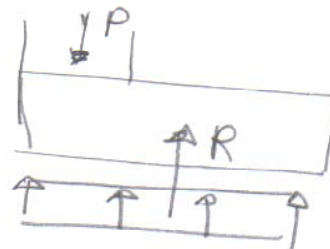
I PLINTI ZOPPI SONO SOLUZIONI DA EVITARE A meno che non sia necessario utilizzarli per edifici contigui ad altri fabbricati.



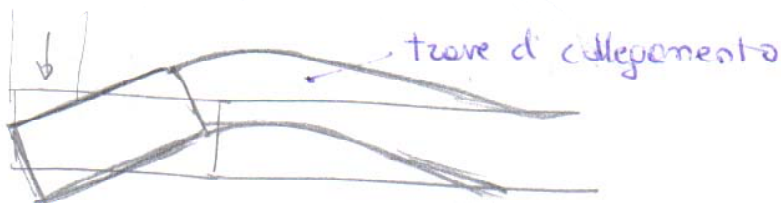
INFATTI IN PLINTI ZOPPI LA SEZIONE REAGENTE DIPENDE SOLO DALLA DIMENSIONE DEL PILASTRO →

SI INNESCANO TENSIONI TROPPO ELEVATE NEL TENORE E CONSEGUENTI CEDIMENTI

↓  
NASCEREBBE  $M_{ed}$  ELEVATO CHE POTREBBE COMPROMETTERE IL PILASTRO



È QUINDI NECESSARIO REALIZZARE TRAVI DI COLLEGAMENTO CHE SIANO SUFFICIENTEMENTE RIGIDE IN MODO CHE LA TRAVE FUNGA DA VINCOLO ALLA ROTAZIONE PER IL PILASTRO E PER IL PUNTO





## TRAVI DI COLLEGAMENTO TRA I PUNTI (NTC. 7.2.5.1)

LE TRAVI DI COLLEGAMENTO DEVONO ASSORBIRE LE SPINTE ORIZZONTALI TRASMESSE DAI PILASTRI ED EVITARE IL DIVARICAMENTO TRA QUESTI CHE COMPORTEREBBE INCREMENTO DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI.

AZIONI ASSIAI DI PROGETTO:

$$\pm 0,3 N_{ed} \frac{Q_{max}}{Q} \quad \text{suolo B}$$

$$\pm 0,4 N_{ed} \frac{Q_{gmax}}{Q} \quad \text{suolo C, E}$$

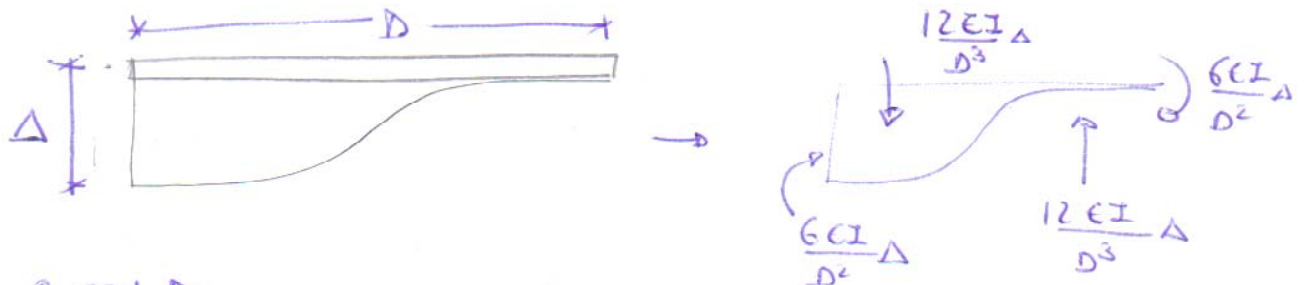
$$\pm 0,6 N_{ed} \frac{Q_{max}}{Q} \quad \text{suolo D, E}$$

NON NECESSARIO SU SUOLO A

$$Q_{max} = Q_g S \left( \begin{array}{l} \text{max} \\ \text{accelerazione} \\ \text{attesa al sito} \end{array} \right)$$

$N_{ed}$  = SFORZO NORMALE MEDIO TRA I PILASTRI COLLEGATI.

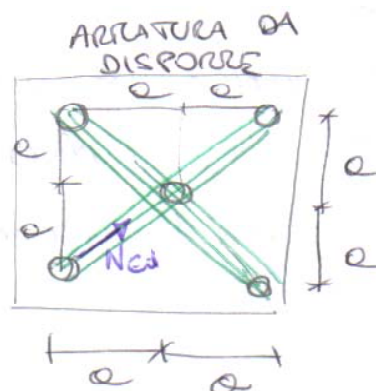
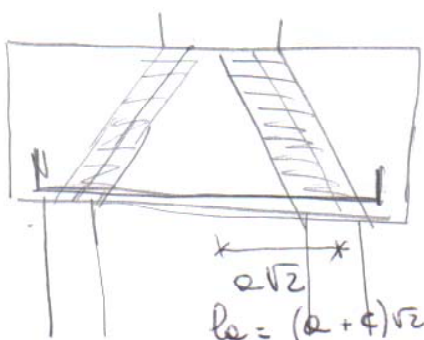
IN OGNI CASO LE TRAVI DI COLLEGAMENTO DEVONO LIMITARE I CEDIMENTI DIFFERENZIALI E DEVONO PORTARE IL CARICO VERTICALE DEI TRAPPAVANTI DEL PRIMO ORDINE.



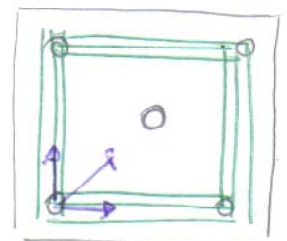
$$\Delta \approx 0.001 D$$

## PUNTI SU PALI

SI PROCEDE COME PER PUNTI TOZZI MA LE BIELE CONVERGONO SUI PALI SOSTRANTI.



IN TETTO ANALOGO



LA DISTANZA  $e$  TRA I PALI DEVE ESSERE  $\geq 3d$   
PER EVITARE INTERFERENZA SULLA CAPACITA' PORTANTE

⑦

AL MOMENTO DEL GETTO IL PESO DELLA FONDAZIONE  
VA SUL TERRENO SOTTOSTANTE; I CALCHI SUCCESSIVI (SIA  
PER LA MAGGIORE SUGGERENZA DEI PALI SIA PER I LENTI  
CONDIZIONI DEL TERRENO SOTTOSTANTE) VANNO SUI PALI.

