

ACCIAIO : $Fe + C$ $C \leq 0.2\%$ \rightarrow ACCIAIO DOLCE

$\left. \begin{array}{l} + Mn \\ + Si \end{array} \right\}$ SALDABILITA'

PRODUZIONE:

Rottami metallici
ripuliti

\rightarrow fusione \rightarrow Biette



\downarrow
Laminazione a
caldo

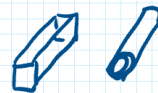
\downarrow
BARRE / ROTOLI



OPPURE

Rottami metallici
ripuliti

\rightarrow fusione \rightarrow Biette



\downarrow
Trafilatura

\downarrow
BARRE / ROTOLI



Salvato in questo PC



B 450 C \rightarrow Più duttile

$$f_{y_{nom}} = 450 \text{ MPa}$$

B 450 A \rightarrow Meno duttile

$$f_{t_{nom}} = 540 \text{ MPa}$$

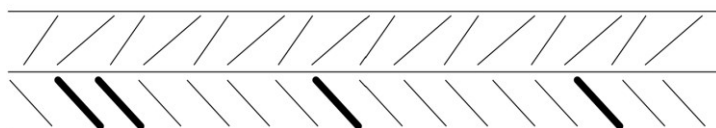
Acciai da armatura devono essere:

- saldabili
- barre ad aderenza migliorata

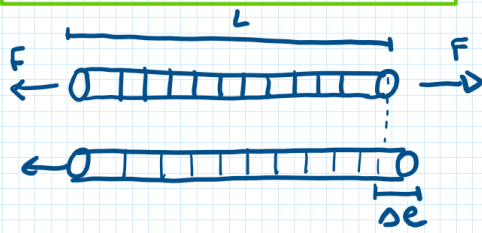
	BARRE ($L_{max}=12m$)	ROTTOLI
B 450 C	$6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$ step 2 mm	$\phi \leq 16 \text{ mm}$
B 450 A	$5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ step 1 mm	$\phi \leq 10 \text{ mm}$



Start 0 (4) (5)
Codice di paese Codice di stabilimento

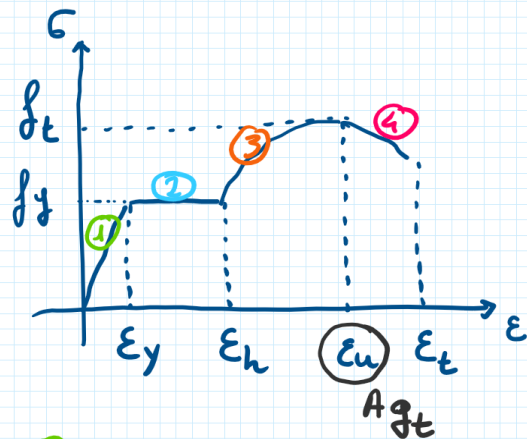


PROVA DI TRAZIONE



$$F \rightarrow \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\Delta e \rightarrow \epsilon = \frac{\Delta e}{L}$$



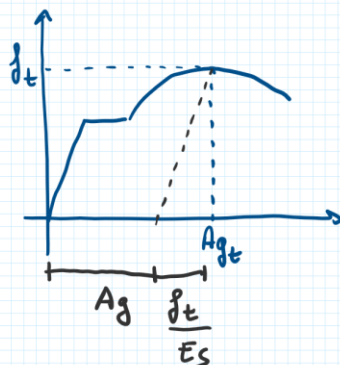
① ELASTICA

② SNERVAMENTO

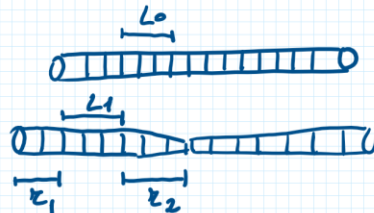
③ INCRUDIMENTO

④ STRIZIONE

calcolo A_{gt} :



$$A_{gt} = A_g + \frac{f_t}{\epsilon_s}$$



$$A_g = \frac{L_1 - L_0}{L_0}$$

ϵ_1 dalla
ganascia $\epsilon_1 \geq \max(20 \text{ mm}; \phi)$

ϵ_2 dalle
rotture $\epsilon_2 \geq \max(50 \text{ mm}; 2\phi)$

Requisiti da normativa:

Tab. 11.3.Ib

B 450 C

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
		$< 1,35$	10.0
	$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
	$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
	per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
	per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3

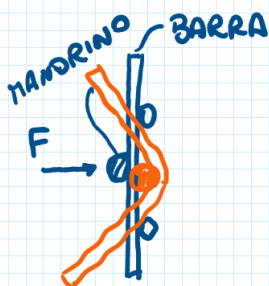
Tab. 11.3.Ic

B 450 A

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{tk}	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
	$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		per $\phi \leq 10\text{ mm}$	4ϕ

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

PROVA DI PIEGAMENTO



- PIEGA A 90°
- $T \approx 100^\circ \times 60'$
- Raffreddamento
- RADDRIZZATA DI -20°
- OSSERVO LE CRICCHE

Nel nostro progetto \Rightarrow B 450 C

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.3 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1.15$$

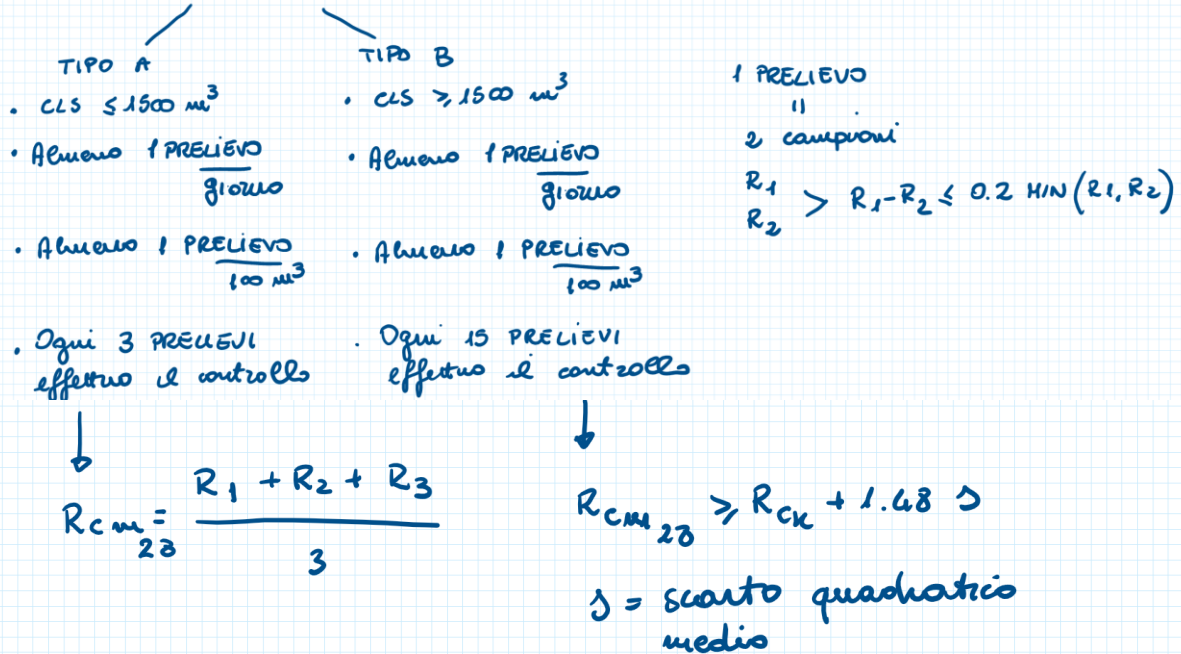
$$E_s = 200000 \text{ MPa} \quad (\text{EC 2})$$

$$\epsilon_{gd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{391.3}{200000} = 0.00196$$

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

CLS

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE → CANTIERE



11.2.5.1 CONTROLLO DI TIPO A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3 ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

11.2.5.2 CONTROLLO DI TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m^3 di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio, unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7.

Tab. 11.2.1

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$
(N° prelievi: 3)	(N° prelievi ≥ 15)

Ove: R_{cm28} = resistenza media dei prelievi (N/mm^2); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2);
 s = scarto quadratico medio

$$s = \sqrt{\frac{\sum (R_i - R_m)^2}{N-1}} = \text{scarto quadratico medio}$$

ACCIAIO

- controllo di produzione
- controllo nel centro di trasformazione
- controllo di accettazione

11.3.2.10.1 Controlli sistematici in stabilimento

11.3.2.10.1.1 Generalità

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

11.3.2.10.1.2 Prove di qualificazione

Il laboratorio incaricato deve effettuare, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 campioni, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su 3 diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e carico massimo f_y e f_t e l'allungamento A_{gt} e devono essere effettuate le prove di piegamento e la verifica della saldabilità.

11.3.2.10.1.3 Procedura di valutazione

Valutazione dei risultati

Le grandezze caratteristiche f_y , f_t , A_{gt} ed il valore caratteristico inferiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$\bar{x} - k s \geq C_v \quad [11.3.3]$$

La grandezza caratteristica $(f_t/f_{ynom})k$ ed il valore caratteristico superiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$\bar{x} + k s \leq C_v \quad [11.3.4]$$

dove:

C_v = valore prescritto per le singole grandezze nelle tabelle di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2

\bar{x} = valore medio

s = deviazione standard della popolazione

k = coefficiente riportato in Tab. 11.3.IV per f_t ed f_y e in Tab. 11.3.V per A_{gt} , f_t/f_y ed (f_y/f_{ynom}) e che deve essere stabilito in base al numero dei campioni.

In ogni caso il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle Tab. 11.3.IV e 11.3.V.

Su almeno un campione per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura di cui al § 11.3.2.10.4.

11.3.2.10.3 Controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei Centri di trasformazione, da effettuarsi, prima dell'invio in cantiere, a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001 sul prodotto lavorato, sono obbligatori e devono essere eseguiti:

- in caso di utilizzo di barre, un controllo ogni 90 t della stessa classe di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive, su cui si effettuano prove di trazione e piegamento;
- in caso di utilizzo di rotoli, un controllo ogni 30 t per ogni tipologia di macchina e per ogni diametro lavorato della stessa classe di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive, su cui si effettuano prove di trazione e piegamento ed una verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla seconda parte del § 11.3.2.10.4; il campionamento deve garantire che, nell'arco temporale di 3 mesi, vengano controllati tutti i fornitori e tutti i diametri per ogni tipologia di acciaio utilizzato e tutte le macchine raddrizzatrici presenti nel Centro di trasformazione.

Ogni controllo è costituito da 1 prelievo, ciascuno costituito da 3 campioni di uno stesso diametro sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento nonché la stessa classe di acciaio.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Tutte le prove suddette, che vanno eseguite dopo le lavorazioni e le piegature, devono riguardare la resistenza, l'allungamento, il piegamento e l'aderenza.

I risultati delle prove devono essere conformi a quanto indicato nella Tabella seguente.

Tab. 11.3.VI a) – Valori di accettazione nei centri di trasformazione – barre e rotoli dopo la raddrizzatura

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento / Raddrizzamento	Assenza di cricche	per acciai B450A e B450C
f_t / f_p	per 5 mm ≤ Ø ≤ 6 mm ≥ 0.035 per 6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm ≥ 0.040 per Ø ≥ 12 mm ≥ 0.056	per acciai B450A e B450C provenienti da rotolo

11.3.2.12 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

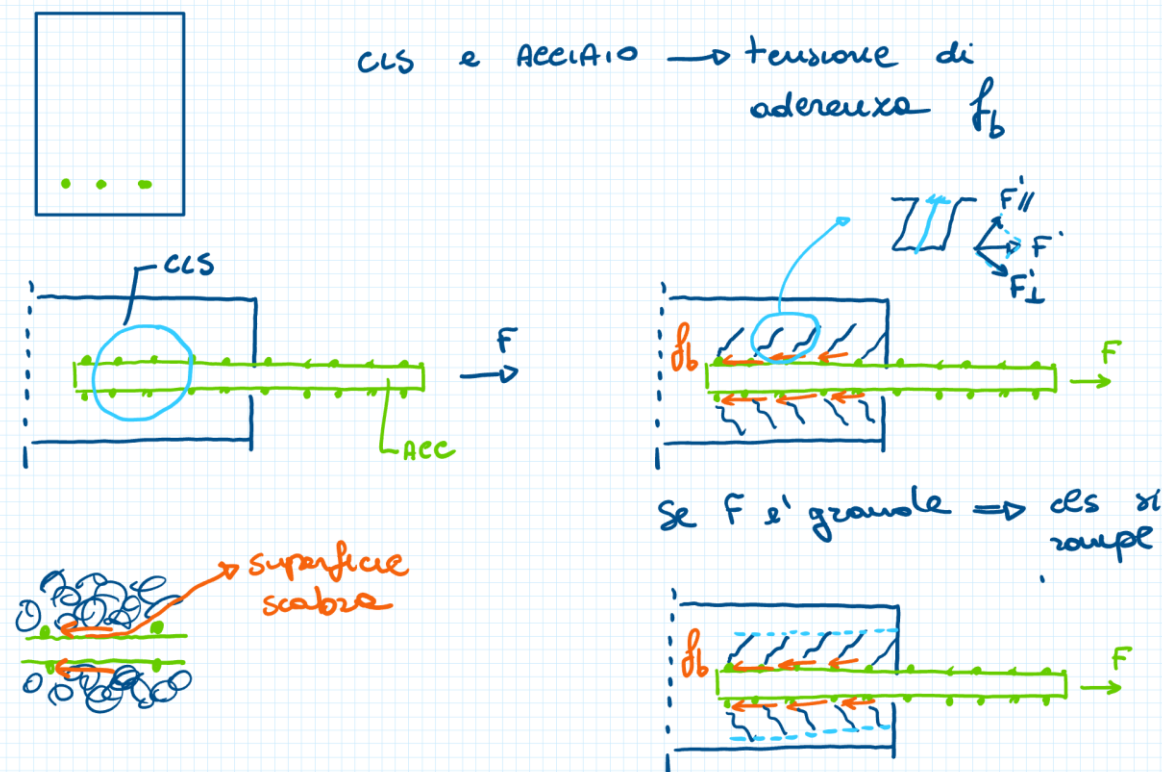
Tab. 11.3.VII a) – Valori di accettazione in cantiere – barre

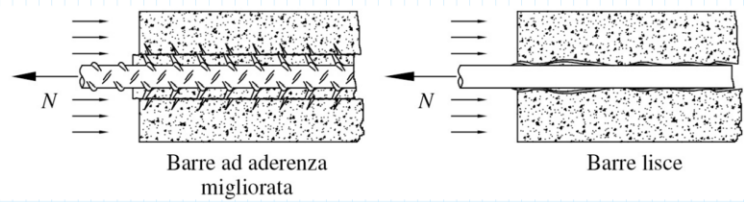
Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

Tab. 11.3.VII b) – Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	$\geq \text{Sez. nom. } \varnothing \text{ maggiore } \times 450 \times 25\%$	per acciai B450A e B450C

TENSIONI DI ADERENZA



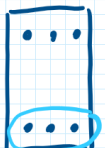


$$f_{bk} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk}$$

$$\eta_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{BUONA ADERENZA} \\ 0.7 & \text{MEDIOCRE ADERENZA} \end{cases}$$

$$\eta_2 = \begin{cases} 1.0 & \phi \leq 32 \text{ mm} \\ \frac{132 - \phi}{132} & \phi > 32 \text{ mm} \end{cases}$$

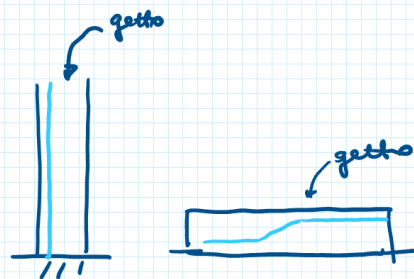
BUONA ADERENZA:

-  BARRE NELLA PARTE INFERIORE DELLA SEZ

-  distanza $\geq 30 \text{ cm}$

-  $h \leq 25 \text{ cm}$

- BARRE INCUNATE DI $45^\circ \div 90^\circ$ RISPETTO L'ORIZZONTALE



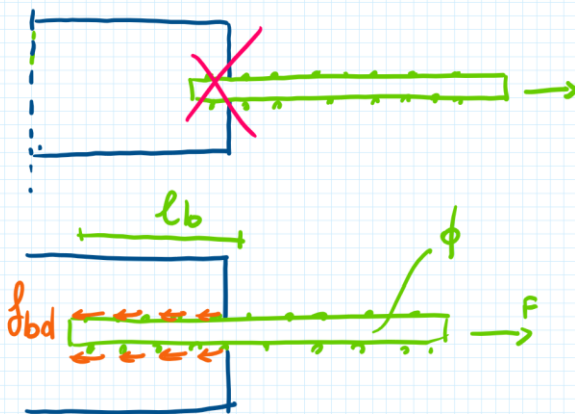
ESEMPIO

$$\phi \leq 32 \text{ mm} \quad \eta_2 = 1.0$$

$$f_{bk} \begin{cases} 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.79 = 4.03 \text{ MPa} & \text{BUONA ADERENZA} \\ 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times 1.79 = 2.82 \text{ MPa} & \text{MEDIOCRE ADERENZA} \end{cases}$$

$$f_{bd} \begin{cases} \frac{4.03}{1.5} = 2.69 \text{ MPa} \\ \frac{2.82}{1.5} = 1.88 \text{ MPa} \end{cases}$$

LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO



$$F = f_{bd} \pi \phi l_b$$

superf. cilindrica di interfaccia

$$F_{max} = \pi \frac{\phi^2}{4} f_{yd}$$

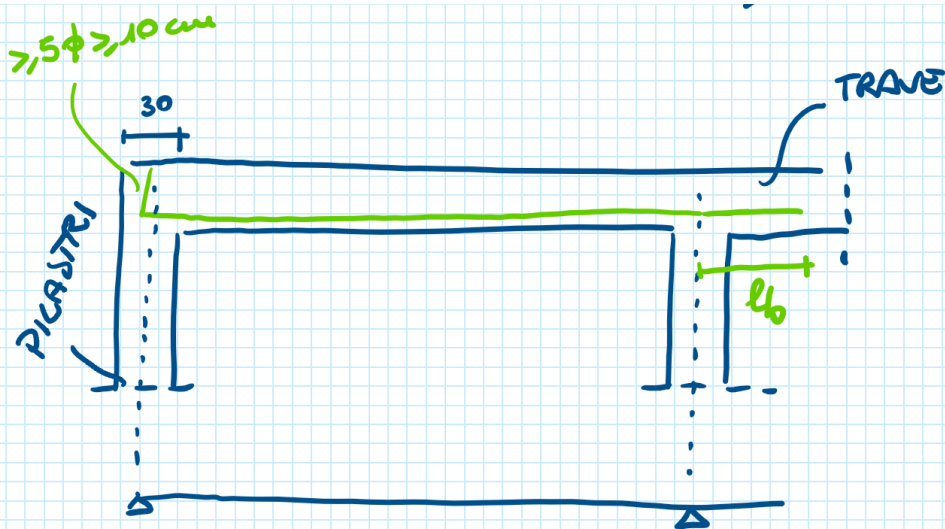
$$f_{bd} \cancel{\pi} \cancel{\phi} l_b = \cancel{\pi} \frac{\cancel{\phi}^2}{4} f_{yd}$$

$$l_b = \frac{\phi}{4} \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \cdot f_{bd}$$

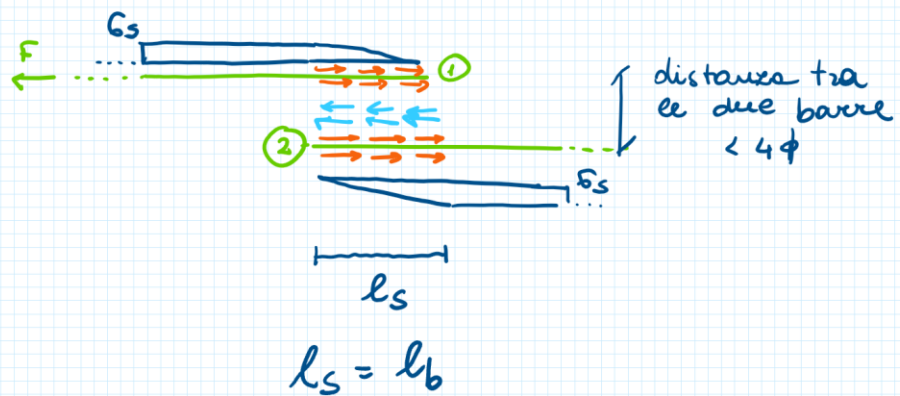
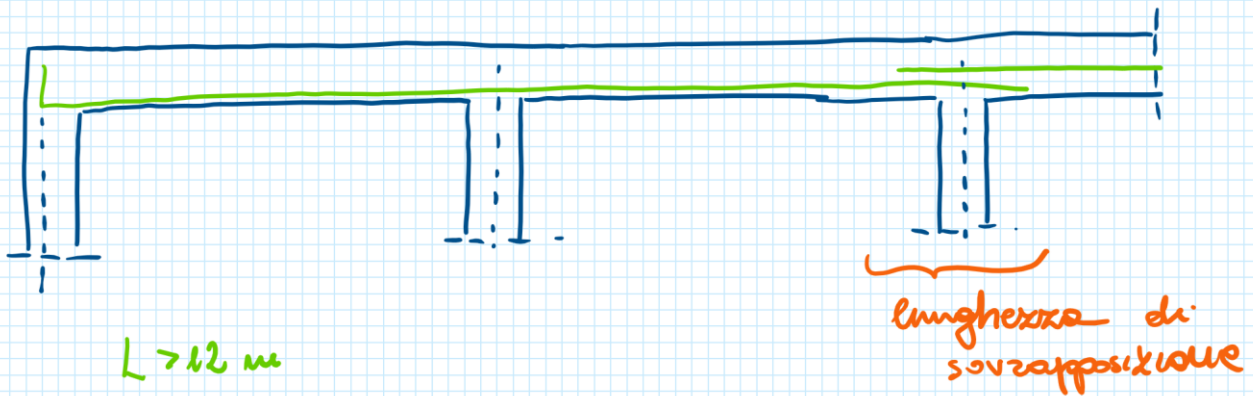
$$l_b \begin{cases} \frac{\phi}{4} \frac{391.3}{2.69} = 36.4 \phi \\ \frac{\phi}{4} \frac{391.3}{1.88} = 52 \phi \end{cases}$$

CONSIGLIO PRATICO $l_b = 40 \phi$

DA NORMATIVA: $l_b \geq 20 \phi \geq 15 \text{ cm}$



LUNGHEZZA di SOVRAPPOSIZIONE



$$l_s = l_b \cdot \alpha_6$$

1.0

1.5 \Rightarrow se interrompo "barre $\geq \frac{1}{4}$ barre tot

$l_s \geq 20 \phi \geq 15 \text{ cm}$