

COMUNE DI COMACCHIO



ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA PRIMARIA FATTIBELLO DI COMACCHIO - I e II LOTTO

Proprietà : Comune di Comacchio

Committente : Comune di Comacchio

Cantiere : Scuola Primaria Statale "Fattibello" - via Fattibello, 1 - Comacchio (FE)

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Progettista : Ing. Denis Zanetti

via Mulinetto, 35 44100 FERRARA
tel.: +39 0532 765117
fax : +39 0532 769513
e-mail : info@mezzadringegneria.it

POS. 7844

tav REL.05/A

scala

data 10.06.2021

Oggetto dell'elaborato:

RELAZIONE SUI MATERIALI

revisione	descrizione	elaborato	data
A	PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO	L.C.	17.06.2021
B			
C			
D			

La diffusione, distribuzione e/o copia del documento trasmesso da parte di qualsiasi soggetto diverso dal destinatario è proibita, sia ai sensi dell' art. 616 c.p., sia ai sensi del D. lgs. 196/2003

Sommario

RELAZIONE SUI MATERIALI STRUTTURALI	2
CALCESTRUZZO ED ACCIAIO ELEMENTI ESISTENTI	2
CALCESTRUZZO ED ACCIAIO PER VERIFICHE STATICHE SUI SOLAI	5
CARATTERIZZAZIONE DELLA MURATURA (CIRCOLARE 7/2019 §C8.A.2)	6
MATERIALI DA COSTRUZIONE NUOVI	9

RELAZIONE SUI MATERIALI STRUTTURALI

CALCESTRUZZO ED ACCIAIO ELEMENTI ESISTENTI

Sono state condotte una serie di prove, distruttive e non distruttive, da parte del laboratorio LIFE sui calcestruzzi dei pilastri (anno 2016).

PROVA DI COMPRESSIONE SU PROVINI DI CALCESTRUZZO UNI EN 12504-1:2009									
progressivo prova	campione	Dimensioni Provino			Massa volumica	Carico di Rottura	f _{Ck}	R _{C1}	R _{C1m}
		Diametro	Lunghezza	λ = L / D					
		[mm]	[mm]		[kg/mc]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	605-01	94,5	96,0	1,02	2191	151,9	21,7	21,8	21,8
2	605-02	94,5	96,0	1,02	2112	129,0	18,4	18,5	
3	605-03	94,5	96,0	1,02	2197	180,1	25,7	25,8	
4	605-04	94,5	96,0	1,02	2170	212,8	30,3	30,5	
5	605-05	94,5	96,0	1,02	2153	125,0	17,8	17,9	
6	605-06	94,5	96,0	1,02	2076	104,2	14,9	14,9	
7	605-07	94,5	96,0	1,02	2146	157,1	22,4	22,5	
8	605-08	94,5	96,0	1,02	2146	153,8	21,9	22,1	

Tali prove sono state integrate da indagini sui calcestruzzi delle fondazioni nel 2021.

Data prove: 28/04/2021

ID	Sigla campione	Descrizione Verbale di prelievo	Data prelievo	Dimensioni			Massa volumica [kg/m ³]	Carico di rottura [kN]	Resistenza unitaria f_{cd} [N/mm ²]	Tipo di rottura [C/NC]
				\varnothing	h	λ				
				[mm]	[mm]	[-]				
1	1A	FONDAZIONE	23/04/21	94	94	1,00	2247	172,7	24,9	C
2	1B	FONDAZIONE	23/04/21	94	95	1,01	2287	197,0	28,4	C
3	1C	FONDAZIONE	23/04/21	94	97	1,03	2280	178,3	25,7	C
4	2A	FONDAZIONE	23/04/21	94	94	1,00	2255	192,7	27,8	C
5	2B	FONDAZIONE	23/04/21	94	96	1,02	2286	205,8	29,7	C
6	2C	FONDAZIONE	23/04/21	94	97	1,03	2308	176,8	25,5	C
7	2D	FONDAZIONE	23/04/21	94	95	1,01	2311	220,1	31,7	C
8	3A	FONDAZIONE	23/04/21	94	94	1,00	2344	295,5	42,6	C
9	3B	FONDAZIONE	23/04/21	94	95	1,01	2343	277,2	39,9	C
10	3C	FONDAZIONE	23/04/21	94	96	1,02	2341	224,1	39,9	C

Data prove: 28/04/2021

No.	Sigla campione	Descrizione Verbale di prelievo	Data prelievo	Dimensioni			Massa volumica [kg/m ³]	Carico di rottura [kN]	Resistenza unitaria f_{cd} [N/mm ²]	Tipo di rottura [C/NC]
				\varnothing	h	λ				
				[mm]	[mm]	[-]				
11	3D	FONDAZIONE	23/04/21	94	93	0,99	2344	259,0	37,3	C

Nell'ambito delle prove integrative del 2021, sono state eseguite verifiche a trazione sull'acciaio di fondazione.

Data prove: 28/04/2021

Provino							Snervamento		Rottura		
ID	Codice/ Posizione in opera	Tipo*	Parte d'opera	ϕ_{nom} [mm]	m_u [kg/m]	$\phi_{eq.}$ [mm]	f_y [MPa]	f_{y1}/f_{ynom} [--]	f_t [MPa]	f_t/f_y [--]	A_{gt} [%]
1	1A	t.l.	longitudinale - fondazione	16	1,578	16,0	420,8	-	642,6	1,53	20,3
2	1B	t.l.	staffa fondazione	10	0,613	10,0	468,6	-	631,5	1,35	19,8
3	2	t.l.	staffa fondazione	10	0,616	10,0	446,9	-	588,2	1,32	14,3
4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Valori di compressione sulle carote - ANNO 2016	218	
	185	
	258	
	305	
	179	
	149	
	225	
	221	
ANNO 2021	249	
	284	
	257	
	278	
	297	
	255	
	317	
	426	
	399	
	399	
	373	
Media generale	277.58	kg/cm ²
Scarto quadratico medio sull'intero	76.77	kg/cm ²
Resistenza minima	149.00	
s/Rm	0.28	accettabile
I valori ottenuti vanno divisi per 0.85 per tenere conto del disturbo legato al prelievo in situ		
Edifici esistenti LC1 - $f_{cd}=R_m/(F C \gamma)$		
fcd (valore di calcolo sulla media generale)	137	kg/cm ²

La dispersione dei dati, quantificata attraverso lo scarto quadratico medio, risulta accettabile.

Nelle *analisi non lineari* si adottano i valori MEDI dei parametri di resistenza dei materiali, ridotti attraverso il fattore di confidenza.

Figura 1 - Implementazione parametri di calcolo analisi non lineari

Il valore del modulo elastico è calcolato a partire dalla formula:

$$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} \text{ [N/mm}^2\text{]} = 298975 \text{ daN/cm}^2$$

Per quanto riguarda l'acciaio si riportano i valori di calcolo per meccanismi duttili e fragili in LC1.

ACCIAIO			
1A		4208	kg/cm ²
1B		4686	kg/cm ²
2		4469	kg/cm ²
Media generale		4454.33	kg/cm ²
Scarto quadratico medio sull'intero		239.34	kg/cm ²
Meccanismi duttili LC1		3299.506173	kg/cm ²
Meccanismi fragili LC1		2869.135802	kg/cm ²



Figura 2 - Saggi integrativi in fondazione, anno 2021

CALCESTRUZZO ED ACCIAIO PER VERIFICHE STATICHE SUI SOLAI

Non essendo stati indagati i materiali costitutivi dei solai, ed a favore di sicurezza, per le verifiche statiche sui solai si adottano i parametri di calcolo che caratterizzano un calcestruzzo C25/30 con $FC=1.35$ corrispondente ad un livello di conoscenza LC1.

VERIFICHE STATICHE SUI SOLAI: f_{cd} per C25/30, in LC1		
f_{cd}	141.7	kg/cm ²
In LC1 - f_{cd}/FC	104.96	kg/cm ²

Per lo stesso motivo, dati i valori di resistenza piuttosto elevati desunti dalla prove eseguite sugli acciai, le verifiche sui solai vengono eseguite adottando i parametri di riferimento riportati negli elaborati di progetto, opportunamente ridotti attraverso i coefficienti di sicurezza.

Secondo quanto riportato negli elaborati strutturali di progetto è stato adottato un acciaio del tipo SEMIDURO.

“La normativa tecnica italiana ha regolamentato le caratteristiche meccaniche degli acciai per c.a. fin dai primi anni del '900. Concentrando l'attenzione sulle normative che interessano il trentennio

in esame, va ricordato, innanzitutto, il Regio Decreto legge 16/11/1939 n° 2228-2232 le cui prescrizioni relativamente agli acciai lisci sono rimaste in vigore fino al 1972, in quanto di fatto la Circolare del Ministero dei LL.PP. 23/05/1957 n.1472 cambia solo la denominazione delle categorie di acciaio ma non i contenuti.

Il Regio Decreto legge 16/11/1939 n° 2228-2232 introduce una classificazione dell'acciaio da c.a. definita da tre categorie: acciaio dolce, semiduro e duro. I parametri meccanici considerati in questa classificazione sono il carico di rottura a trazione, la tensione di snervamento e l'allungamento percentuale a rottura.”¹

Tabella 1 - Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai di armatura

Normativa	R.D.L. n°2229/1939			LL.PP. n°1472/1957				D.M.30/05/1972					D.M. 30/05/1974			
Tipologia		liscio			liscio		a.m.	liscio		aderenza migliorata (a.m)			liscio		a.m.	
Denominazione	Dolce	Semi duro	Duro	Aq42	Aq50	Aq60		FeB22	FeB32	A38	A41	FeB44	FeB22	FeB32	FeB38	FeB44
Snervamento (kgf/mm²)	≥ 23	≥ 27	≥ 31	≥ 23	≥ 27	≥ 31	/	≥22	≥32	≥38	≥41	≥44	≥22	≥32	≥38	≥44
Rottura (kgf/mm²)	42-50	50-60	60-70	42 - 50	50 - 60	60-70	/	≥34	≥50	≥46	≥50	≥55	≥34	≥50	≥46	≥55
Allungamento (%)	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 12	≥24	≥23	≥14	≥14	≥12	≥24	≥23	≥14	≥12

Nel caso in esame, il cui progetto risale alla fine degli anni '60 inizio anni '70 venivano ancora utilizzate le indicazioni riportate nel R.D. legge del 1939. In particolare le caratteristiche di riferimento dell'acciaio per c.a. indicato come SEMIDURO (analoghe ad Aq50) sono di:

$$f_{yk} = 270 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} = 500 - 600 \text{ MPa}$$

Nel caso in esame, come per il calcestruzzo, verranno adottati i sopraindicati parametri caratteristici di resistenza, fattorizzati per il coefficiente di sicurezza sul materiale (1.15 secondo NTC §4.1.2.1.1.3) e per il fattore di confidenza 1.35 (LC3).

CARATTERIZZAZIONE DELLA MURATURA (CIRCOLARE 7/2019 §C8.A.2)

Poiché non sono state effettuate prove sui materiali ma è stato eseguito lo studio della geometria, si è raggiunto un Livello di Conoscenza LC1, a cui corrisponde un fattore di confidenza FC=1.35 (analogamente al calcestruzzo).

Per questo sono stati adottati i valori minimi di resistenza e medi di elasticità riportati nella tabella C8.5.1 della Circolare, relativi alla voce “muratura in mattoni pieni e malta di calce”.

¹ ReLUIS – Le caratteristiche meccaniche degli acciai impiegati nelle strutture in c.a. realizzate dal 1950 al 1980 – G.M.Verderame, P.Ricci, M.Esposito, F.C.Sansiverio – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, università degli Studi di Napoli Federico II.

Tuttavia, trattandosi di muratura di recente realizzazione e con giunti in malta cementizia, tenuto conto che i parametri di riferimento afferiscono a materiali di scarsa qualità, si utilizza il valore medio dei parametri dell'intervallo riportato in tabella (tale assunzione equivale all'applicazione di parametri migliorativi per muratura apparecchiata ad arte e malta con resistenza superiore a 2N/mm^2).

Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f_{pu} può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(**) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0.35}$ (f_m in N/mm²).

(****) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

Figura 3 - Implementazione dati

(nota: il fattore di cofidenza viene implementato in altra sezione del software di riferimento)

Per muratura esistente consolidata con intonaco armato, si applicano i seguenti coefficienti.

Intervento di consolidamento

Tipologia di muratura originale

☐ Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)
☐ Muratura a conci sbazzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno
☐ Muratura in pietre a spacco con buona tessitura
☐ Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)
☐ Muratura a blocchi lapidei squadrati
☒ Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Consolidamento con iniezioni di miscele leganti

☐ Muratura originale con malta di buone caratteristiche
☐ Muratura originale con malta di scadenti caratteristiche

Consolidamento con diatoni artificiali

☐ Muratura originale dotata di scarsa o nulla connessione trasversale

Consolidamento con intonaco armato

☒ Muratura originale dotata di una buona connessione trasversale
☐ Muratura originale dotata di scarsa o nulla connessione trasversale
☐ Muratura originale dotata di scarsa o nulla connessione trasversale, non migliorata dal consolidamento

Altri interventi (per analisi lineari)

☐ Compositi fibrorinforzati
☐ Tirantature metalliche diffuse

Schema applicazione:

Non previsto

Incremento conseguibile

Resistenza: 1.15

Rigidezza: 1.15

OK

Annulla

MATERIALI DA COSTRUZIONE NUOVI

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere identificati univocamente a cura del produttore, qualificati secondo la responsabilità del produttore e accettati del Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali e di accettazione.

Nel caso specifico si riportano i riferimenti per i parametri caratteristici e di calcolo adottati in fase di progetto, rimandando al Capitolato Speciale D'Appalto per ogni altra prescrizione.

CALCESTRUZZO (T.U. paragrafo 11.2)

Le opere in c.a. previste nel piano di interventi vengono realizzate adottando calcestruzzi specifici per le diverse aree di intervento aventi le seguenti caratteristiche.

ELEMENTO	CLASSE DI RESISTENZA	ESPOSIZIONE	RAPPORTO a/c
FONDAZIONI	C32/40	XS1	0.5
TRAVI E SOLETTE	C28/35	XC2	0.5
PILASTRI E SETTI ESTERNI	C32/40	XC4/XS1	0.5
MAGRONE	C15/20		

Si rimanda alle tabelle materiali ed alle specifiche di CSA e relazione di calcolo per ogni altro dato e precisazione.

Le resistenze di calcolo f_d si ottengono mediante l'espressione:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$$

dove:

f_k sono le resistenze caratteristiche del materiale,

γ_m sono i coefficienti parziali del materiale.

Per il cls. la resistenza di calcolo a compressione f_{cd} è:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \bullet f_{ck}}{\gamma_c}$$

dove:

α_{cc} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;

f_{ck} è la resistenza cilindrica a compressione del cls. a 28 giorni.

Il coefficiente γ_c è pari a 1,5.

Il coefficiente α_{cc} è pari a 0,85.

Nel caso di solette e pareti gettate in opera e con spessori minori di 5 cm., la resistenza di calcolo a compressione è da considerarsi pari a 0,80 f_{cd}

La resistenza di calcolo a trazione f_{ctd} vale:

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$$

dove:

f_{ctk} è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO (T.U. paragrafo 4.1.2.1.1.3)

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e controllati.

Si adotta acciaio B450C caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y,nom}: 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,nom}: 540 \text{ N/mm}^2$$

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y,nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t,nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y,nom})_k$	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y,nom})_k$	$\leq 1,25$	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	

IPOTESI DI CALCOLO E DIAGRAMMI COSTITUTIVI

Il dimensionamento a sforzo normale e flessione delle sezioni in c.a. viene eseguito effettuando le seguenti ipotesi di base:

- cls. non resistente a trazione;
- conservazione delle sezioni piane;
- perfetta aderenza tra acciaio e cls.;
- rottura del cls per compressione al raggiungimento della sua capacità deformativi ultima a compressione ($\epsilon_{cu} = 3,5 \text{‰}$);
- rottura dell'acciaio a trazione al raggiungimento della capacità ultima di deformazione del materiale.

Il calcolo della capacità di resistenza della sezione viene eseguito adottando per i materiali i seguenti diagrammi costitutivi:

- Si adottano per il cls. i seguenti modelli costitutivi, definiti in base alla resistenza di calcolo f_{cd} e alla deformazione ultima ϵ_{cu}

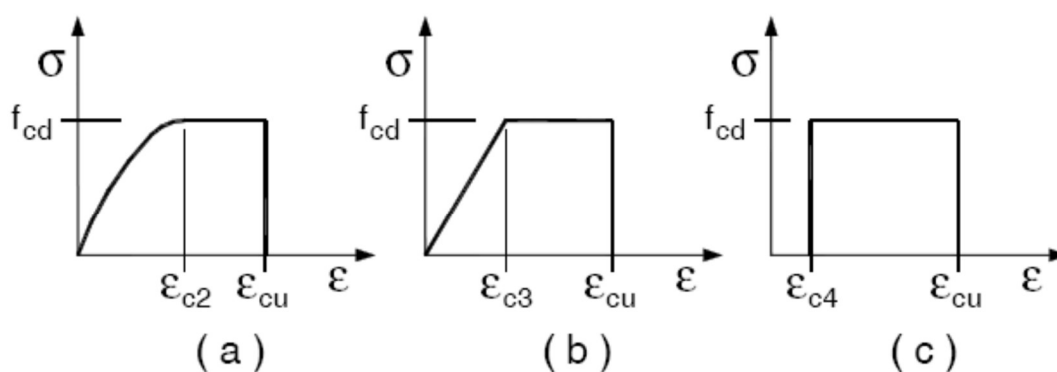


Figura 4.1.1 – Modelli σ - ε per il calcestruzzo

In figura sono rappresentati i modelli σ - ε per il cls: (a) parabola – rettangolo; (b) triangolo rettangolo; (c) rettangolo (stress block)

In particolare si può porre:

$$\varepsilon_{c2} = 0,20 \% \quad \varepsilon_{cu} = 0,35\%$$

$$\varepsilon_{c3} = 0,175\% \quad \varepsilon_{c4} = 0,07\%$$

Per sezioni o parti di sezioni soggette a distribuzioni di tensione di compressione approssimativamente uniformi, si assume per deformazione ultima a rottura il valore ε_{c2} anziché ε_{cu} (CALCOLO A COMPRESSIONE SEMPLICE).

- 1) Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare modelli basati sul valore di deformazione ultima del materiale $\varepsilon_{ud} = 0,9 \varepsilon_{uk}$ [$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})k$], sul valore di calcolo della resistenza f_{yd} e sul rapporto di sovrarresistenza $k = (f_t / f_y)_k$.

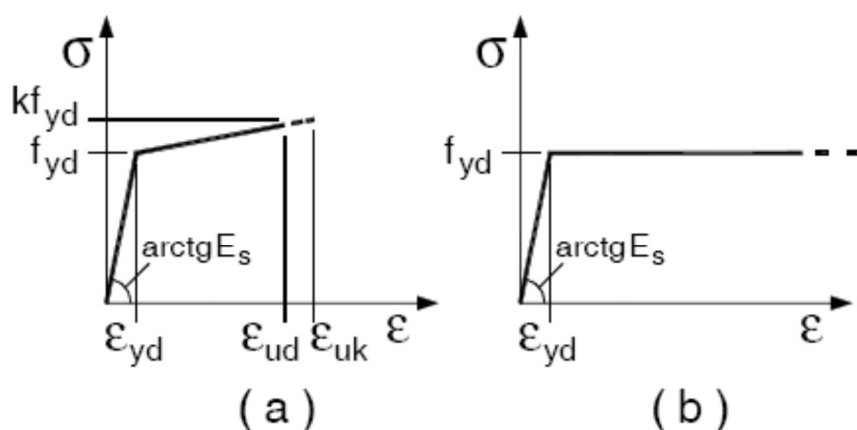


Figura 4.1.2– Modelli σ - ε per l'acciaio

In particolare i calcoli a seguire si basano sul diagramma rappresentativo del comportamento elastico perfettamente plastico.

ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE 11.3.4

Per i profili metallici si prevede l'adozione di acciaio S275JR conforme a UNI EN 10025-2.

Per i tubi da micropali, si adotta un acciaio S355 conforme a UNI EN 10025-2.

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_k [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_k [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.IX

Si adottano i seguenti parametri di progetto (NTC 2018 11.3.4.1) :

Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1+\nu) \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

Coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

Densità $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

La resistenza di calcolo delle membrature adottata per il presente progetto, R_d , si pone nella forma:

$$R_d = R_k / \gamma_m$$

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Tutto l'acciaio dovrà essere zincato a caldo.

Si prescrive la classe di esecuzione EXC3

BULLONERIE E SALDATURE

Bulloneria ad alta resistenza conforme per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 di classe 8.8 UNI EN ISO 898-1:2001 come recepito all'art.11.3.4.6.1 delle NTC2008 e riportato nelle tabelle 11.3.XII.a/b (riportate a seguire) della suddetta normativa tecnica per le costruzioni.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Tabella 11.3.XII.b

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{tb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_b (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Le saldature dovranno essere eseguite in classe di qualità B ai sensi della UNI EN ISO 5817:2014.

MURATURA NUOVA

Tutte le riparazioni locali della muratura dovranno avvenire utilizzando mattoni pini aventi caratteristiche geometriche simili a quelli esistenti.

Si prescrivono le seguenti resistenti minime:

- Mattoni pieni con resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}) calcolata sull'area al lordo delle forature non inferiore a 5 Mpa e resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante non inferiore a 1.5Mpa.
- Malta classe M15.