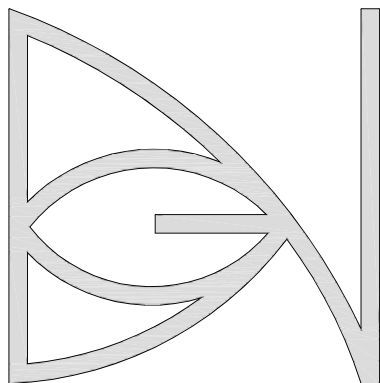


gianni de nardin



Studio di Ingegneria
Via Pez, 28
32030 - Cesiomaggiore (BL)
Tel. ufficio: 0439 448446
cell.: 347 7966005

e-mail: gianni.denardin@gmail.com
pec: gianni.denardin@ingpec.eu
c.f. DNR GNN 63R03 D530Q
p.i. 00861820256

ingegnere

**REALIZZAZIONE PERCORSI PEDONALI E INTERVENTI FINALIZZATI ALLA
SICUREZZA STRADALE NELL'AMBITO URBANO DELL'ABITATO DI RASAI.
PROGETTO ESECUTIVO**



COMUNE DI SEREN DEL GRAPPA
Piazza Tiziano Vecellio - Seren del Grappa (BL)



OGGETTO: **ELABORATI STRUTTURALI : RELAZIONE SUI MATERIALI**

Scale:

COLLABORATORE:

Tavola

S-03

REV.	DATA	NOME FILE	OGGETTO / MODIFICHE APPORTATE	DIS.	CONTR.
0	21/11/2022	2016-014\architettonico\Progetto definitivo esecutivo	EMISSIONE	GDN	GDN

Gli elaborati grafici contenuti nelle tavole sono di proprietà dello studio esecutore e non possono essere riprodotti né consegnati a terzi senza l'autorizzazione scritta: art. 99 L.22/04/1941 n°633

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. REALIZZAZIONE MURI DI SOSTEGNO	2
3. INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO MURO IN PIETRA	4
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
5. MATERIALI IMPIEGATI, CARATTERISTICHE MECCANICHE, CLASSE DI ESPOSIZIONE	7
5.1. ELEMENTI IN C.A.	7
5.1.1. Calcestruzzo classe C32/40 - XC4+XF1	7
5.1.1. Calcestruzzo classe C25/30 - XC2	9
5.1.2. Acciaio per barre d'armature B450C.....	11
5.2. ACCIAIO CARPENTERIA S355	12

1. PREMESSA

La presente relazione è inerente i lavori strutturali relativi al progetto di:

REALIZZAZIONE PERCORSI PEDONALI E INTERVENTI FINALIZZATI ALLA SICUREZZA STRADALE NELL'AMBITO URBANO DELL'ABITATO DI RASAI.

Come esplicitato nel titolo il progetto rientra nel programma degli interventi di pubblica utilità finalizzati alla sicurezza stradale nel centro storico frazionale di Rasai, da concretizzare attraverso la parziale riconfigurazione dei percorsi pedonali e degli spazi di aggregazione di Piazza della Vittoria.

Con l'occasione si intende inoltre porre rimedio per quanto possibile all'endemico deficit di parcheggi pubblici, che disincentiva la frequentazione delle attività commerciali insediate e più in generale la frequentazione degli spazi di comunità.

2. REALIZZAZIONE MURI DI SOSTEGNO

In particolare si tratta della realizzazione dei **muri di sostegno** da eseguire per il contenimento del terreno che separa la zona della piazza attrezzata sul fronte sud ed il parcheggio posto sul lato nord che risulta accessibile dalla strada principale mediante una rampa realizzata ad ovest dell'area d'intervento.

Nella proposta progettuale che ha individuato le opere da realizzare si evidenzia l'esigenza di costruire un muro di sostegno per il contenimento del dislivello fra la piazza attrezzata ed il sottostante parcheggio e ciò comporta appunto la realizzazione di un manufatto la cui altezza massima del paramento in elevazione è $H=2,20\text{m}$ con spessore $B=30\text{cm}$, la fondazione del muro avrà larghezza $L=1,80\text{m}$ ed altezza $H=30\text{cm}$.

Sul fronte nord della piazza è inoltre prevista la demolizione di un esistente muretto di contenimento in blocchi di cls. e la successiva realizzazione di un secondo tratto di muro di sostegno avente paramento con altezza massima $H=1,30\text{m}$ e spessore $B=30\text{cm}$ con fondazione $L=0,90\text{m}$ ed altezza $H=30\text{cm}$.

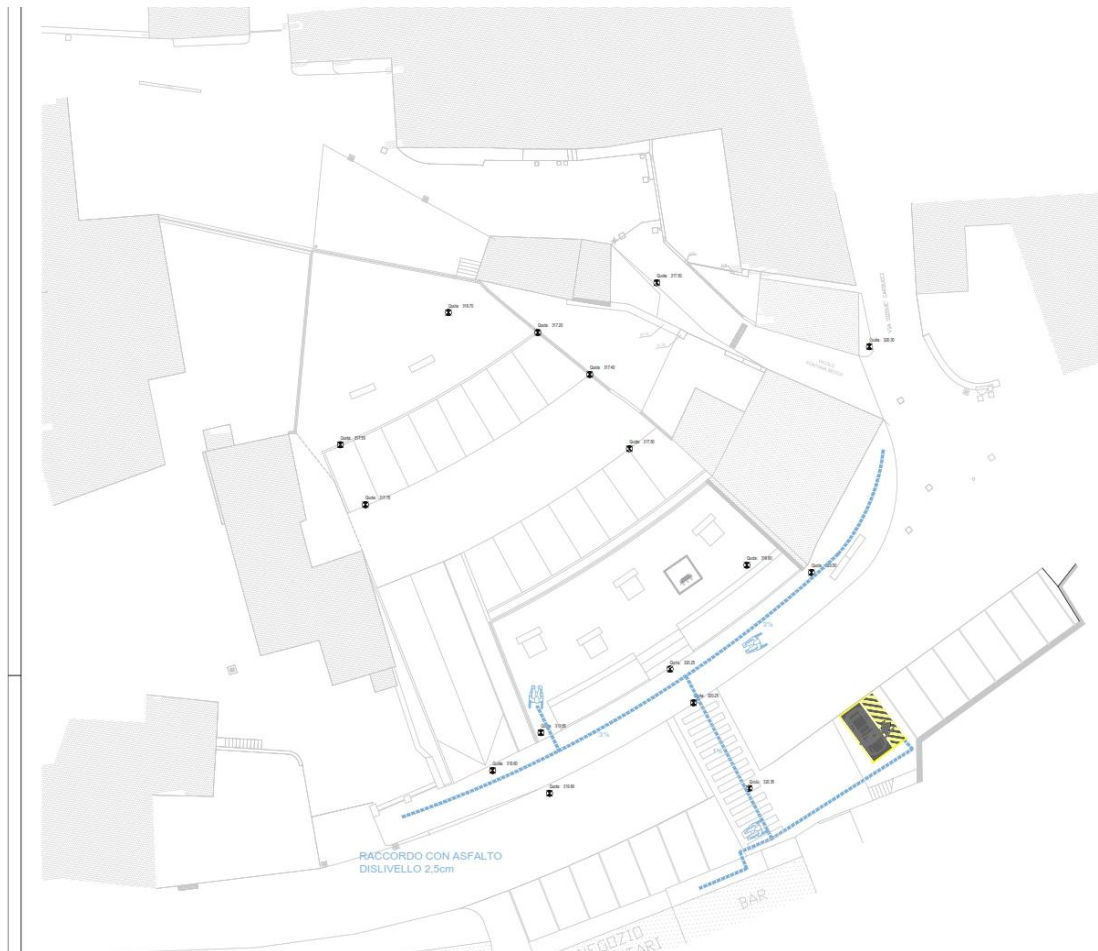


Figura 1 Area intervento

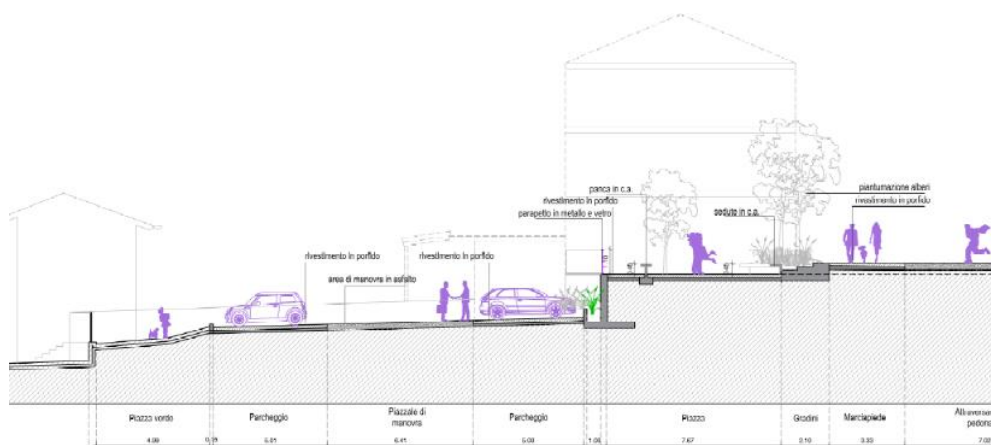


Figura 2 Sezione trasversale

3. INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO MURO IN PIETRA

All'interno del progetto di riqualificazione della Piazza di Rasai a Seren del Grappa, è prevista la demolizione di una porzione dell'edificio residenziale a schiera realizzato in muratura di pietra. Tale aggregato edilizio è costituito da un'unità strutturale centrale la cui presenza è documentata fin dal 1843. A tale unità strutturale sono state aggiunte in epoche successive altre unità sia ad Est che ad Ovest del fabbricato, fino a raggiungere l'attuale assetto urbanistico.

Le operazioni di demolizione interesseranno tutto l'aggregato edilizio originario ed i vari ampliamenti ad Ovest, lasciando inalterata la sola unità strutturale ad Est. Quest'ultima unità è stata realizzata a ridosso dell'unità principale del 1843, senza però realizzare vincoli strutturali efficaci: il muro di divisione tra le due unità è quindi scollegato da tale ampliamento e la copertura così come i solai (in legno e laterocemento) sono stati realizzati con orditura parallela a tale muro.

Il muro di divisione tra le unità oggetto di demolizione e quella rimanente va quindi preservato in quanto se venisse demolito verrebbe meno il tamponamento perimetrale dell'unità ad Est. Allo stesso tempo è necessario procedere al collegamento di tale muro con le strutture in muratura rimanenti. Si garantisce in questo caso adeguato vincolo al ribaltamento della muratura fuori dal proprio piano ed allo stesso tempo si conferisce un comportamento scatolare alla struttura rimanente ad Est, che attualmente presenta comportamento torsionale.

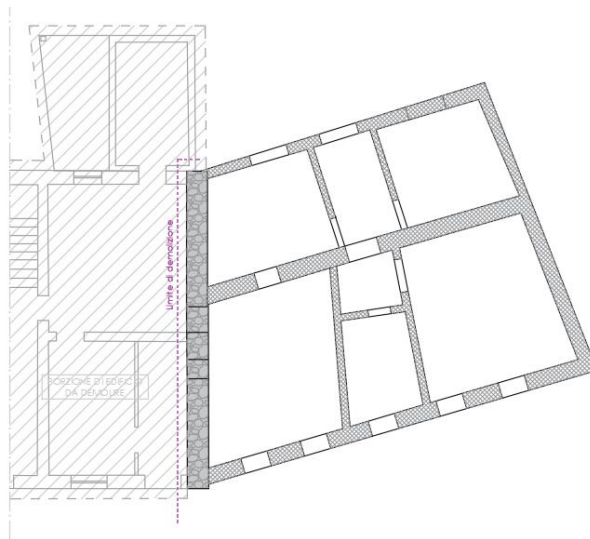


Figura 1 Individuazione porzione di edificio da demolire, muro di confine da consolidare ed edificio non oggetto di intervento

L'ancoraggio del muro alla struttura rimanente viene eseguito in corrispondenza dei nodi d'angolo con i muri perimetrali e del muro di spina interno mediante barre resinate. A livello dei solai non è invece possibile intervenire in quanto facenti parte di altra proprietà.

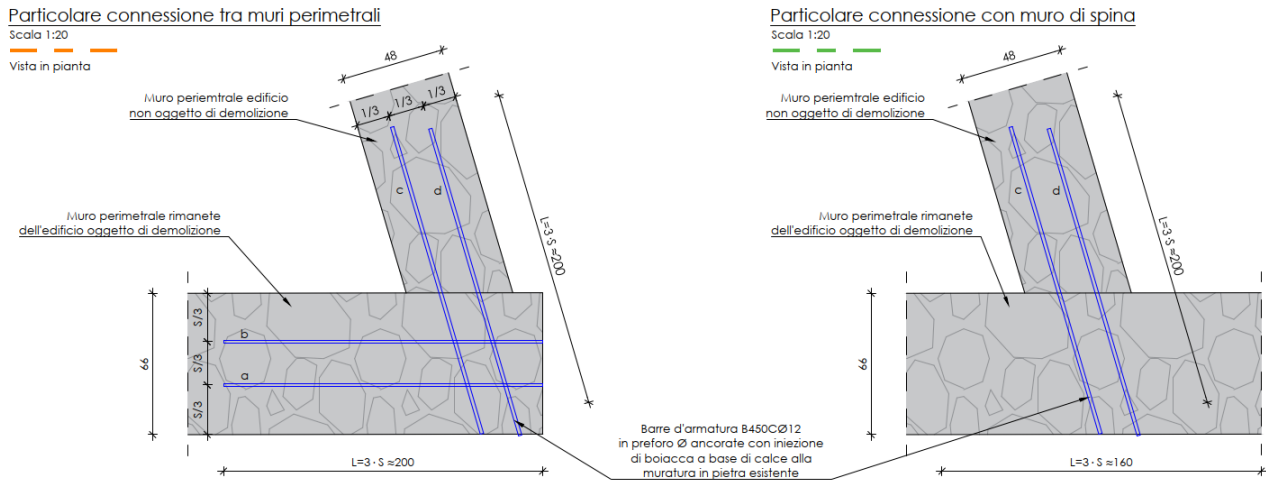


Figura 2 Particolari costruttivi unione tra le murature attualmente scollegate

Sulla parte sommitale della muratura, essendo questa a quota maggiore rispetto all'ampliamento Est, verrà realizzata un'intelaiatura in acciaio che costituirà un idoneo vincolo contro il ribaltamento della porzione emergente con comportamento a mensola.

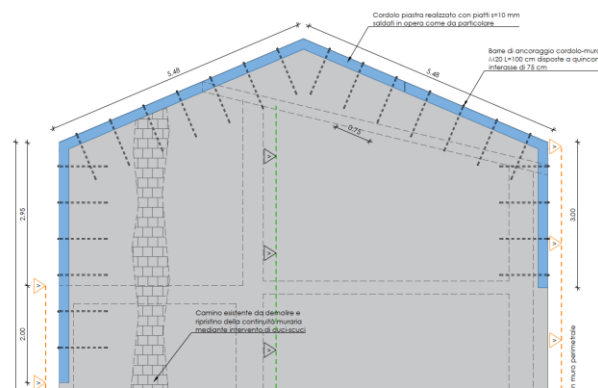


Figura 3 Cordolo piastra in acciaio a cerchiatura della parte sommitale della muratura

Infine in corrispondenza della muratura a piano sotto-strada verrà realizzato un contro-muro in c.a. a sostegno del nuovo terrapieno realizzato per la creazione dei parcheggi a livello del piano stradale secondo quanto evidenziato negli elaborati grafici allegati.

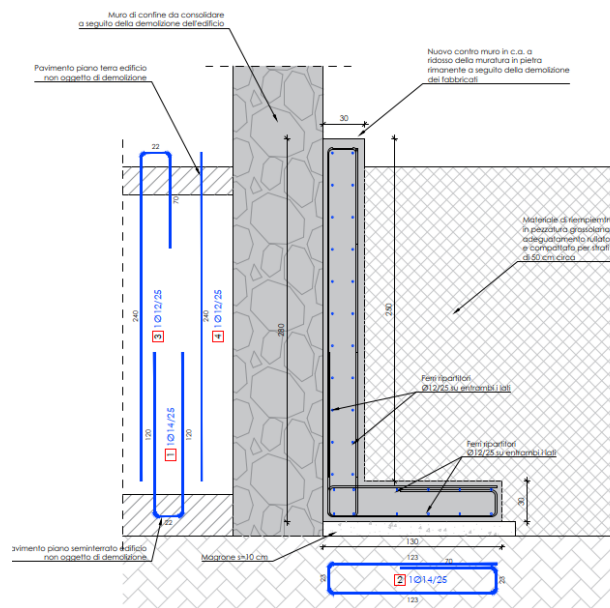


Figura 4 Schema per la realizzazione del nuovo contromuro in c.a. a livello sotto-strada

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'intervento oggetto della presente relazione è stato progettato in conformità agli standard richiesti dalle attuali normative italiane e, dove queste sono carenti, sono state integrate con quanto riportato negli Eurocodici.

Le basi normative per il progetto sono:

D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" – NTC18

Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"

Eurocodici strutturali, in particolare:

UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici

UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1-1: Regole generali

5. MATERIALI IMPIEGATI, CARATTERISTICHE MECCANICHE, CLASSE DI ESPOSIZIONE

Di seguito vengono descritti i materiali ad uso strutturale impiegati per la realizzazione delle opere strutturali in oggetto.

5.1. ELEMENTI IN C.A.

Si riportano le caratteristiche meccaniche dei materiali (cls. e acciaio per barre d'armatura) utilizzati in fase di progetto come riportato nelle NTC18.

Nella fase di progetto sono state definite due classi di esposizione ambientale in funzione dell'elemento strutturale analizzato. La prima classe di esposizione riguarda gli elementi strutturali direttamente esposti alle intemperie (muri con matrice faccia a vista, lastre prefabbricate e cordoli in c.a.), soggetti ad alternanza di cicli asciutto-bagnato con e senza la presenza di agenti disgelanti; per tali elementi è richiesta la contemporanea classificazione XC4 ed XF1, cui corrisponde una classe di calcestruzzo minima C32/40. Per quanto riguarda invece gli altri elementi, realizzati contro-terra in terreno non aggressivo, si assume una classe di esposizione XC2 e una classe di resistenza C25/30.

Per quanto riguarda infine i pali di fondazione, viene prescritto l'impiego di boiacca cementizia C25/30 con classe di esposizione XC2.

5.1.1. Calcestruzzo classe **C32/40 - XC4+XF1**

La classe scelta rispetta la prescrizione imposta per costruzioni in zona sismica per le quali la classe minima è la C20/25 (punto 7.4.2. 1, NTC18). Dalle formule riportate al punto 11.2.10 vengono ricavate le seguenti resistenze caratteristiche e medie:

-Resistenza caratteristica cubica a compressione: $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$

-Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 0.83 \times 40 = 33.2 \text{ MPa}$

-Resistenza media cilindrica a compressione: $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33.2 + 8 = 41.2 \text{ MPa}$

- Resistenza media cilindrica a trazione per classi <C50/60: $f_{ctm} = 0.30 f_{cm}^{2/3} = 0.30 \times 41.2^{2/3} = 3.10 \text{ MPa}$

-Resistenza caratteristica cilindrica a trazione: $f_{ctk5\%} = 0.7 \times 3.10 = 2.17 \text{ MPa}$

-Resistenza media a trazione per flessione: $f_{cfm} = 1.2 \times 3.10 = 3.72 \text{ MPa}$

-Modulo elastico: $E_{cm} = 22000 \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$

- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo: $f_{bk} = 2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 2.25 \times 1 \times 2.17 = 4.88 \text{ MPa}$

essendo pari a 1 in quanto tutti i diametri delle barre utilizzate risultano inferiori a 32 mm. Nel caso in cui l'ancoraggio viene effettuato in zone in cui il cls è teso tale valore deve essere diviso per un fattore 1.5, ottenendo dunque un valore pari a 7.32 MPa.

Per la progettazione e verifica agli SLU viene fatto riferimento a quanto riportato al punto 4.1.2.1, NTC18:

- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.85 \times \frac{33.2}{1.5} = 18.81 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{2.17}{1.5} = 1.45 \text{ MPa}$
- Resistenza tangenziale di aderenza acciaio - cls di calcolo: $f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \frac{4.88}{1.5} = 3.25 \text{ MPa}$
- Il modello di calcolo della tensione –deformazione del calcestruzzo viene utilizzato il modello parabola-rettangolo come riportato al punto 4.1.2.1.2.2:

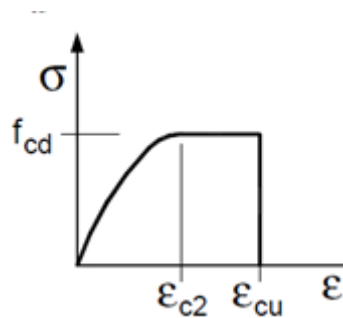


Figura 3: Diagramma tensione – deformazione del cls di progetto

- I valori delle deformazioni assunte risultano pari a: $\epsilon_{c2} = 2\text{‰}$, $\epsilon_{cu} = 3.5\text{‰}$

Per la progettazione e verifica agli SLE viene fatto riferimento a quanto riportato al punto 4.1.2.2.5.1, delle NTC18:

- La massima tensione di compressione del calcestruzzo in combinazione rara risulta essere pari: $\sigma_{c,rara} = 0.60 \times f_{ck} = 0.60 \times 33.2 = 19.92 \text{ MPa}$
- La massima tensione di compressione del calcestruzzo in combinazione quasi permanente risulta essere pari: $\sigma_{c,qp} = 0.45 \times f_{ck} = 0.45 \times 33.2 = 14.92 \text{ MPa}$

Con riferimento al copriferro minimo da adottare, si fa riferimento alla tabella C4.1.IC della circolare esplicativa alle norme NTC18:

Tabella C4.1.IV - Copriferrì minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Essendo la classe di esposizione XC4 classificabile come aggressiva in accordo alla tab. 4.1.III delle NTC18, il copriferro minimo adottato per i cordoli è pari a 35 mm mentre per le lastre di rivestimento è pari a 30 mm.

5.1.1. Calcestruzzo classe **C25/30 - XC2**

La classe scelta rispetta la prescrizione imposta per costruzioni in zona sismica per le quali la classe minima è la C20/25 (punto 7.4.2. 1, NTC18). Dalle formule riportate al punto 11.2.10 vengono ricavate le seguenti resistenze caratteristiche e medie:

- Resistenza caratteristica cubica a compressione: $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$

- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 0.83 \times 30 = 24.90 \text{ MPa}$

- Resistenza media cilindrica a compressione: $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 24.9 + 8 = 32.9 \text{ MPa}$

- Resistenza media cilindrica a trazione per classi <C50/60: $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0.30 \times 24.9^{\frac{2}{3}} = 2.56 \text{ MPa}$

- Resistenza caratteristica cilindrica a trazione: $f_{ctk5\%} = 0.7 \times 2.56 = 1.79 \text{ MPa}$

- Resistenza media a trazione per flessione: $f_{cfm} = 1.2 \times 2.56 = 3.07 \text{ MPa}$

- Modulo elastico: $E_{cm} = 22000 \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3} = 31'447 \text{ MPa}$

- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo: $f_{bk} = 2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 2.25 \times 1 \times 1.79 = 4.03 \text{ MPa}$

essendo pari a 1 in quanto tutti i diametri delle barre utilizzate risultano inferiori a 32 mm. Nel caso in cui l'ancoraggio viene effettuato in zone in cui il cls è teso tale valore deve essere diviso per un fattore 1.5, ottenendo dunque un valore pari a 2.70 MPa.

Per la progettazione e verifica agli SLU viene fatto riferimento a quanto riportato al punto 4.1.2.1, NTC18:

- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.85 \times \frac{24.9}{1.5} = 14.11 \text{ MPa}$

- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{tcd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{1.79}{1.5} = 1.19 \text{ MPa}$
- Resistenza tangenziale di aderenza acciaio - cls di calcolo: $f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \frac{4.03}{1.5} = 2.69 \text{ MPa}$
- Il modello di calcolo della tensione –deformazione del calcestruzzo viene utilizzato il modello parabola-rettangolo come riportato al punto 4.1.2.1.2.2:

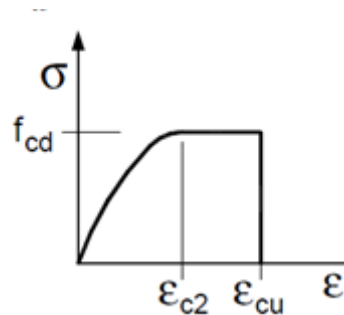


Figura 4: Diagramma tensione – deformazione del cls di progetto

- I valori delle deformazioni assunte risultano pari a: $\varepsilon_{c2} = 2\text{‰}$, $\varepsilon_{cu} = 3.5\text{‰}$

Per la progettazione e verifica agli SLE viene fatto riferimento a quanto riportato al punto 4.1.2.2.5.1, delle NTC18:

- La massima tensione di compressione del calcestruzzo in combinazione rara risulta essere pari: $\sigma_{c,rara} = 0.60 \times f_{ck} = 0.60 \times 24.9 = 14.94 \text{ MPa}$
- La massima tensione di compressione del calcestruzzo in combinazione quasi permanente risulta essere pari: $\sigma_{c,qp} = 0.45 \times f_{ck} = 0.45 \times 24.9 = 11.20 \text{ MPa}$

Con riferimento al copriferro minimo da adottare, si fa riferimento alla tabella C4.1.IC della circolare esplicativa alle norme NTC18:

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Essendo la classe di esposizione XC2 classificabile come ordinaria in accordo alla tab. 4.1.III delle NTC18, il copriferro minimo adottato è pari a 25 mm.

5.1.2. Acciaio per barre d'armature B450C

Dalle formule riportate al punto 11.3.2 vengono ricavate le seguenti resistenze caratteristiche e medie:

- Resistenza caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450MPa$
- Resistenza caratteristica di rottura: $f_{tk} = 540MPa$

Per la progettazione e verifica agli SLU viene fatto riferimento a quanto riportato al punto 4.1.2.1, NTC18:

- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \times \frac{450}{1.15} = 391.3MPa$
- Il modello di calcolo della tensione – deformazione dell'acciaio viene utilizzato il modello elasto
- perfettamente plastico indefinito come riportato al punto 4.1.2.1.2.2:

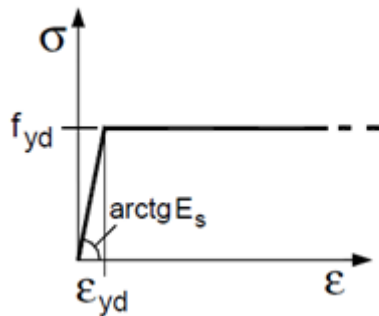


Figura 5: Diagramma tensione – deformazione dell'acciaio di progetto

Il valore delle deformazioni elastica di progetto risulta pari a: $\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{391.3}{210000} = 1.86‰$

Il valore caratteristico di deformazione viene assunto pari a : $\varepsilon_{yk} = \frac{f_{yk}}{E_s} = \frac{450}{210000} = 2.14‰$

Per la progettazione e verifica agli SLE viene fatto riferimento a quanto riportato al punto 4.1.2.2.5.2, DM18:

La tensione di trazione massima dell'acciaio in combinazione rara risulta essere pari: $\sigma_{s,rara} = 0.80 \times f_{yk} = 0.80 \times 450 = 360MPa$

5.2. ACCIAIO CARPENTERIA S355

L'acciaio da carpenteria è impiegato per la realizzazione dell'armatura dei micropali delle berlinesi, sia in profili tubolari che in profili aperti ad H. Tutti questi elementi sono realizzati in acciaio S355, le cui caratteristiche meccaniche sono identificate nelle seguenti tabella.

Tab. 4.2.I – Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [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
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tab. 4.2.II – Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		
S460 NH/NHL	460	550		

Seren del Grappa, data intestazione

Il progettista

Ing. Gianni De Nardin