

REGIONE PIEMONTE  
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO



Città di Vigone (To)



Comune di Cercenasco (To)

INTERVENTO DI RIFACIMENTO DEL PONTE IN VIA TORINO SUL TORRENTE LEMINA



## PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

Relazione tecnico illustrativa

CONTROLLO QUALITA'

Redatto: ing. Salvatore Guercio

Controllato: ing. Luigi di Carlo

Approvato: ing. Cristiano Cavallo

PROGETTISTI

TIMBRI E FIRME

### Gruppo Ingegneria Torino

Via Cercenasco n. 4c, 10135 TORINO  
Tel. +39 011 3099003 - Fax +39 011 3035082  
www.gruppoing.to.it

### STUDIO TECNICO Dott. Ing. Alberto Gallo

Via Torino n. 6, 10067 Vigone (To)  
Tel./Fax :+39 011 9809444  
alberto.gallo3@ingpec.eu



Dott. Ing. Alberto GALLO  
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino  
Posizione n. 8209S  
Cod. Fisc. GLL LRT 73S03 L219P



Direttore tecnico  
Dott. ing. Cristiano CAVALLO  
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino  
Posizione n.8177F  
Cod. Fisc. CVL CST 70C02 E506S

CODIFICA

COD. COMMESSA	TIP. LAVORO	MACROATTIVITA'	N. ELABORATO	TIPOL. ELABORATO	VERSIONE	DESCRIZIONE	DATA
1323	E	G01	11	RGE	B	Bozza	Maggio 2024
1323	E	G01	11	RGE	0	Emissione	Giugno 2024

ELABORATO

G01

11

### **GESTIONE MODIFICHE VERSIONI DOCUMENTO**

<b>Emissione</b>	<b>Data</b>	<b>Oggetto</b>
B	Maggio 2024	<i>Emissione in bozza</i>
0	Giugno 2024	<i>Emissione</i>

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1 OGGETTO .....	3
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1 NORMATIVA STORICA.....	5
2.2 NORMATIVA VIGENTE.....	6
<b>3. GEOTECNICA.....</b>	<b>7</b>
3.1 PARAMETRI GEOTECNICI ADOTTATI .....	7
3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI .....	7
<b>4. AZIONE SISMICA .....</b>	<b>8</b>
4.1 PREMESSA .....	8
4.2 PARAMETRI DI CALCOLO GENERALI .....	8
<b>5. PONTE.....</b>	<b>11</b>
5.1 GEOMETRIA .....	11
5.2 STRUTTURA DELL'OPERA .....	12
5.3 MATERIALI .....	15
5.4 FASI ESECUTIVE.....	16
<b>6. MURI D'ALA.....</b>	<b>17</b>
6.1 GEOMETRIA .....	17
6.2 MATERIALI.....	18

## 1. PREMESSA

### 1.1 OGGETTO

Il presente elaborato fornisce una descrizione qualitativa delle opere di carattere strutturale in termini di normativa, parametri di calcolo (geotecnici, sismici, ecc), tipologie costruttive, dimensioni, materiali e fasi esecutive, previste nell'ambito dell'intervento di rifacimento del ponte di Via Torino, sul Torrente Lemina, nel territorio comunale di Vigone (TO).

Si riporta la ripresa aerea dell'area oggetto di intervento.



*Figura 1 - Individuazione planimetrica dell'intera area di intervento.*

Gli interventi di natura strutturale sono inerenti a:

- opere di realizzazione del nuovo attraversamento;
- realizzazione di muri d'ala a monte e valle dell'infrastruttura;
- realizzazione di muri o innalzamento di esistenti, a seguito dell'innalzamento della livelletta stradale.



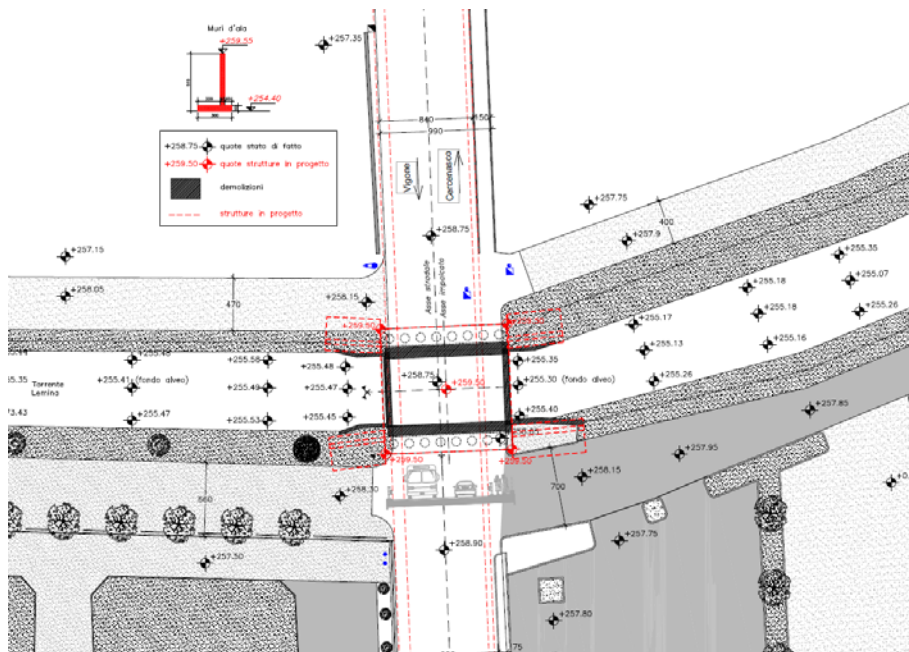


Figura 2 – Planimetria degli interventi di carattere strutturale in progetto.

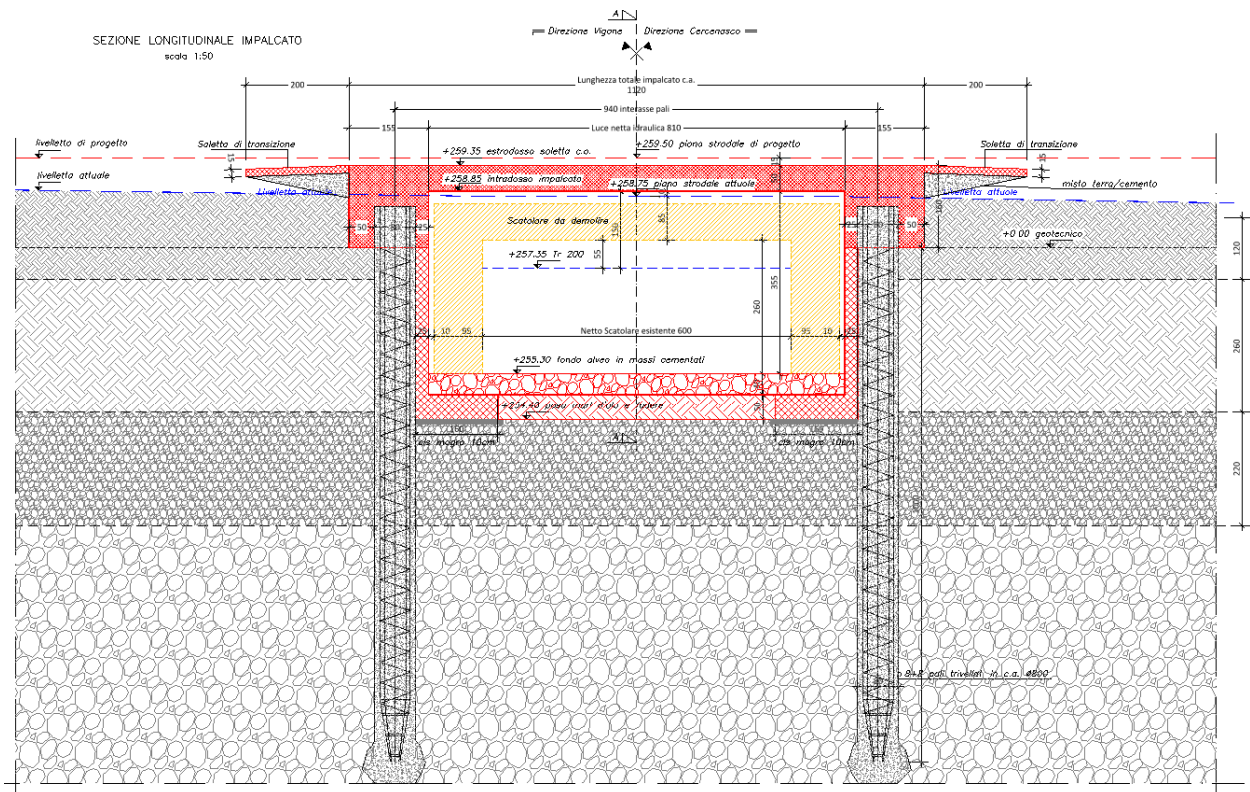


Figura 3 – Sezioni longitudinale in asse strada nuove opere.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA STORICA

- **LEGGE 05.11.1971 n° 1086** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- **D.M. 11.03.1988:** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **D.M. 4.05.1990:** “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali”;
- **D.M. LL.PP. 14.02.1992:** “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- **DECRETO MINISTERIALE LL.PP. 9 gennaio 1996:** “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- **CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 15 ottobre 1996, N. 252:** “Istruzioni per l'applicazione delle <<Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche>> di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996”;
- **DECRETO MINISTERIALE LL.PP. 16 GENNAIO 1996:** “Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>”;
- **CIRCOLARE LL.PP. 4 LUGLIO 1996, n. 156AA.GG./STC. :** “Istruzioni per l'applicazione delle <<Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>> di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996”;
- **C.N.R. n° 10024/1986:** “Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e Redazione delle relazioni di calcolo”;
- **OPCM 20 Marzo 2003 n°3274 e s.m.i.** “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- **Circolare Min.LL.PP del 14.02.1974 Prot. N.11951:** “Attuazione delle norme sul cemento armato”;
- **Eurocodice 1:** Azioni sulle strutture – Parte 2: carichi da traffico sui ponti
- **Eurocodice 2:** Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo – progettazione e dettagli costruttivi;
- **Eurocodice 8:** Progettazione delle strutture per la resistenza sismica: Parte 2: Ponti;
- **D.M. 14 gennaio 2008:** Norme Tecniche per le Costruzioni TESTO UNICO;
- **Circ. n.617 – 2 febbraio 2009:** Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

## 2.2 **NORMATIVA VIGENTE**

Le precedenti norme sono utilizzate solo lì dove le seguenti non forniscono adeguate ed esplicite indicazioni:

- **D.M. 17 gennaio 2018:** Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni TESTO UNICO;
- **Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 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;

### 3. GEOTECNICA

Per quanto concerne la caratterizzazione del terreno ospitante l'opera in progetto, si è fatto riferimento alle risultanze delle indagini effettuate nell'ambito dei lavori in oggetto, con particolare riferimento ai seguenti documenti:

- Relazione geologica, redatta dal geol. Claudio Bosco (Aprile 2024);
- Relazione sismica, redatta dal geol. Claudio Bosco (Aprile 2024).

#### 3.1 PARAMETRI GEOTECNICI ADOTTATI

Si riportano i parametri geotecnici del terreno adottati per il calcolo (le profondità sono riferite alle strutture modellate per ovvi motivi funzionali all'applicazione delle spinte sul FEM).

Tabella 1 – Parametri geotecnici adottati

Strato	Profondità [m] (da estradosso soletta c.a.)	Peso di volume secco [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume saturato [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]
Terreno di riporto	0 – 4,00	18	19	-
Sabbia con ghiaia	4,00 – 6,00	19	20	38
Sabbia ghiaiosa poco o moderatamente addensata	6,00 – 7,50	18	19	42
Ghiaia con sabbia	> 7,50	20	21	44

#### 3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI

La caratterizzazione geotecnica ai fini sismici è desunta dalla relazione specialistica precedentemente citata, da cui ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, risulta:

- categoria di sottosuolo B, ovvero Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- categoria topografica T1, ovvero Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

Nell'ambito della relazione specialistica (vedi elab. 1323-E-G01-13-RCE) è stata condotta la verifica alla liquefazione con esito positivo



## 4. AZIONE SISMICA

### 4.1 PREMESSA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al punto 3.2 del D.M. 17 gennaio 2018. In particolare, il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di riferimento dell'azione sismica;
- individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i quattro punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio;
- determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica;
- calcolo del periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerati. Il sito su cui sorge l'opera ricade all'interno della zona sismica 3: "zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti".

### 4.2 PARAMETRI DI CALCOLO GENERALI

I parametri di calcolo assunti alla base dei calcoli sono riportati di seguito.

Vita nominale	$V_N = 100$ anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R = V_N \cdot C_U = 200$ anni
Categoria di sottosuolo	B

La Pericolosità sismica viene definita dai seguenti parametri

Accelerazione orizzontale massima attesa	$a_g$
Spettro di risposta elastico	$S_e(T)$
Probabilità di eccedenza	$P_{VR}$
Periodo di riferimento	$T_R$

Le forme spettrali sono definite a partire dai seguenti parametri su suolo di riferimento rigido e orizzontale

Accelerazione orizzontale massima attesa	$a_g$
Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	$F_0$
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	$T^*_c$

Si riportano gli spettri di risposta di riferimento adottati per le calcolazioni.

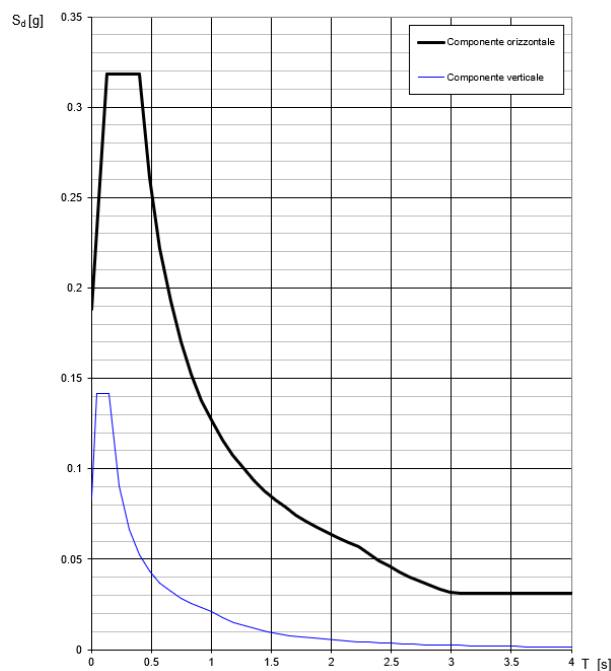
The screenshot shows a software interface with several sections:

- Search options:** "Ricerca per coordinate" (Longitude: 7.50000, Latitude: 44.85000) and "Ricerca per comune" (Region: Piemonte, Province: Torino, Comune: Torino).
- Graphic elaborations:** "Grafici spettri di risposta", "Variabilità dei parametri", "Tabella parametri".
- Map:** A map of Italy with a red dot indicating the site location. A legend for "Controllo sul reticolo" includes "Sito esterno al reticolo", "Interpolazione su 3 nodi", and "Interpolazione corretta".
- Project values:**
  - Vita nominale della costruzione (n anni) -  $V_N$ : 100
  - Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$ : 2
  - Periodo di riferimento per la costruzione (n anni) -  $V_R$ : 200
  - Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (n anni) -  $T_R$ : info
  - Stati limite di esercizio - SLE:
    - SLD -  $P_{VR}$  = 81%: 120
    - SLV -  $P_{VR}$  = 63%: 201
  - Stati limite ultimi - SLU:
    - SLV -  $P_{VR}$  = 10%: 1898
    - SLC -  $P_{VR}$  = 5%: 2475
- Strategy selection:** A graph showing return periods  $T_R$  [anni] vs. states of limit (SLO, SLD, SLV, SLC). The selected strategy is SLV (10%  $P_{VR}$ ), corresponding to a return period of 1898 years.

The screenshot shows detailed seismic response parameters:

- Stato Limite:** Stato Limite considerato: SLV
- Risposta sismica locale:**
  - Categoria di sottosuolo: B
  - Categoria topografica: T1
  - $S_B$ : 1.200
  - $C_C$ : 1.417
  - $h/H$ : 1.000
  - $S_T$ : 1.000
- Compon. orizzontale:**
  - Smorzamento  $\xi$  (%): 5
  - $\eta$ : 1.000
  - Spettro di progetto elastico (SLE):
  - Spettro di progetto inelastico (SLU):  (Fattore  $q$ : 1.5, Regol. in altezza: si)
- Compon. verticale:** Fattore  $q$ : 1.5,  $\eta$ : 0.667
- Elaborazioni:** "Grafici spettri di risposta", "Parametri e punti spettri di risposta".
- Spettri di risposta:** A graph showing  $S_d$  [g] vs.  $T$  [s]. The horizontal component (black line) peaks at approximately 0.33g at  $T \approx 0.2$  s. The vertical component (blue line) peaks at approximately 0.14g at  $T \approx 0.2$  s. A red line represents the reference elastic spectrum (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ ).

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.157 g
$F_g$	2.536
$T_{cg}$	0.282 s
$S_{cg}$	1.200
$C_c$	1.417
$S_T$	1.000
$q$	1.500

Parametri dipendenti	
$S$	1.200
$\eta$	0.667
$T_B$	0.133 s
$T_C$	0.399 s
$T_D$	2.228 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$S = S_g \cdot S_T$  (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta \geq 1/q$  (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_c / 3$  (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_c \cdot T_c$  (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$  (NTC-07 Eq. 3.2.9)

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$

$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T}{T} \right)$

$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T} \right)$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_s(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0.000	0.188
0.133	0.318
0.399	0.318
0.498	0.261
0.573	0.222
0.660	0.192
0.747	0.170
0.835	0.152
0.922	0.138
1.009	0.126
1.096	0.116
1.183	0.107
1.270	0.100
1.357	0.094
1.444	0.088
1.531	0.083
1.618	0.079
1.705	0.075
1.792	0.071
1.879	0.068
1.966	0.065
2.054	0.062
2.141	0.059
2.228	0.057
2.312	0.053
2.396	0.049
2.481	0.046
2.565	0.043
2.650	0.040
2.734	0.038
2.818	0.036
2.903	0.034
2.987	0.032
3.072	0.031
3.156	0.031
3.240	0.031
3.325	0.031
3.409	0.031
3.494	0.031
3.578	0.031
3.662	0.031
3.747	0.031
3.831	0.031
3.916	0.031
4.000	0.031

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato SLV**

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0.084 g
$S_{gv}$	1.000
$S_{Tgv}$	1.000
$q$	1.500
$T_{Bg}$	0.050 s
$T_{Cg}$	0.150 s
$T_{Dg}$	1.000 s

Parametri dipendenti	
$F_v$	1.356
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$S = S_g \cdot S_T$  (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$  (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1,35 \cdot F_s \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$  (NTC-08 Eq. 3.2.11)

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$0 \leq T < T_{Bg} \quad S_s(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_{Bg}} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_{Bg}} \right) \right]$

$T_{Bg} \leq T < T_{Cg} \quad S_s(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

$T_{Cg} \leq T < T_{Dg} \quad S_s(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T}{T} \right)$

$T_{Dg} \leq T \quad S_s(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_{Cg} \cdot T_{Dg}}{T} \right)$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0.000	0.084
0.050	0.142
0.150	0.142
0.235	0.091
0.320	0.087
0.405	0.083
0.490	0.043
0.575	0.037
0.660	0.032
0.745	0.029
0.830	0.026
0.915	0.023
1.000	0.021
1.094	0.018
1.188	0.015
1.281	0.013
1.375	0.011
1.469	0.010
1.563	0.009
1.656	0.008
1.750	0.007
1.844	0.006
1.938	0.006
2.031	0.005
2.125	0.005
2.219	0.004
2.313	0.004
2.406	0.004
2.500	0.003
2.594	0.003
2.688	0.003
2.781	0.003
2.875	0.003
2.969	0.002
3.063	0.002
3.156	0.002
3.250	0.002
3.344	0.002
3.438	0.002
3.531	0.002
3.625	0.002
3.719	0.002
3.813	0.001
3.906	0.001
4.000	0.001

## 5. PONTE

### 5.1 GEOMETRIA

Il rifacimento dell'infrastruttura in questione è legato all'insufficienza dell'attuale attraversamento così come evidenziato negli studi di adeguamento al PAI. La nuova geometria deriva quindi da un approfondito studio idraulico redatto secondo i criteri di compatibilità e nello specifico secondo la Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", allegata alla deliberazione n. 2/99 in data 11 maggio 1999 e s.m.i. quali le NTC18. Le citate norme di fatto danno precise indicazioni su quali siano gli aspetti da approfondire, ma soprattutto fissano il valore minimo del franco idraulico che è la differenza tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto per  $Tr=200$  anni e la quota di intradosso del ponte che deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,5 m. Tale valore deve essere peraltro assicurato per almeno  $2/3$  della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m nel caso di luci superiori a tale valore.

Nel caso in questione, lo studio idraulico ha stabilito le dimensioni minime della futura struttura che, garantirà il transito della portata di piena con  $Tr=200$  anni pari a  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  ad una quota del pelo libero pari a 258,35 m, con un franco idraulico di sicurezza all'intradosso di 150 cm.

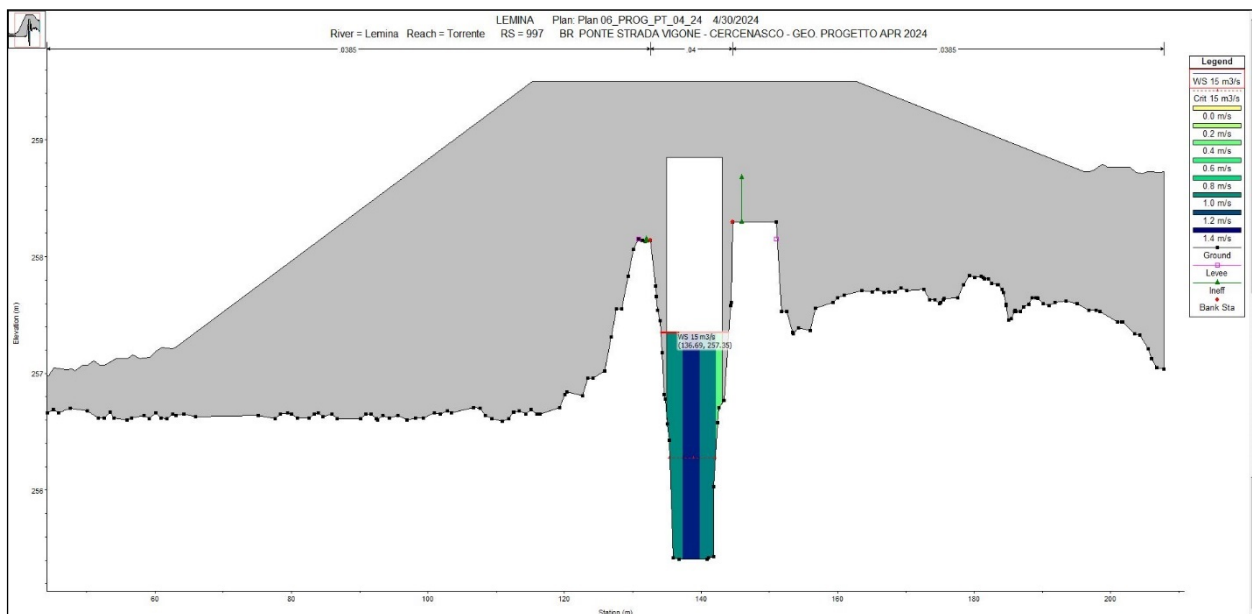


Figura 4 – Sezione di progetto di monte – livello per  $Q_{200}$ .

Per specifici approfondimenti si rimanda all'elaborato 1323-E-G01-12-RIE.

## 5.2 STRUTTURA DELL'OPERA

Il ponte in progetto è costituito da un impalcato a singola campata di luce netta pari a 8,10 m e spessore 50 cm; lo stesso poggia su spalle costituite da n.8+8 pali di fondazione aventi diametro pari a 80 cm che risultano collegati tra loro da travi di sezione 155 x 160 cm.

A completamento della struttura portante del ponte, in adiacenza ai pali sono previste n.2 fodere in c.a. di spessore 25 cm che risultano collegate agli stessi. A monte ed a valle dell'opera sono inoltre previsti i muri d'ala in c.a., aventi paramento spesso 40 cm ed estradosso alla medesima quota dei cordoli laterali dell'impalcato.

La carreggiata, caratterizzata da pendenze trasversali e spessore variabile da 11 a 15 cm, si compone di n.2 corsie di marcia di larghezza 3,50 m, oltre le quali sono previste n.2 banchine di larghezza rispettivamente 1,0 e 0,50 m, con n.2 cordoli agli estremi, atti ad accogliere le barriere bordo ponte di sicurezza di classe H2.

È inoltre previsto un marciapiede di larghezza 1,50 m sul lato in direzione Cercenasco e un cordolo esterno, in corrispondenza del quale è previsto il posizionamento di un parapetto metallico. Ai lati dell'impalcato sono infine previste n.2 vellete esterne realizzate in calcestruzzo armato prefabbricate, di dimensioni pari a 7 cm x 90 cm.

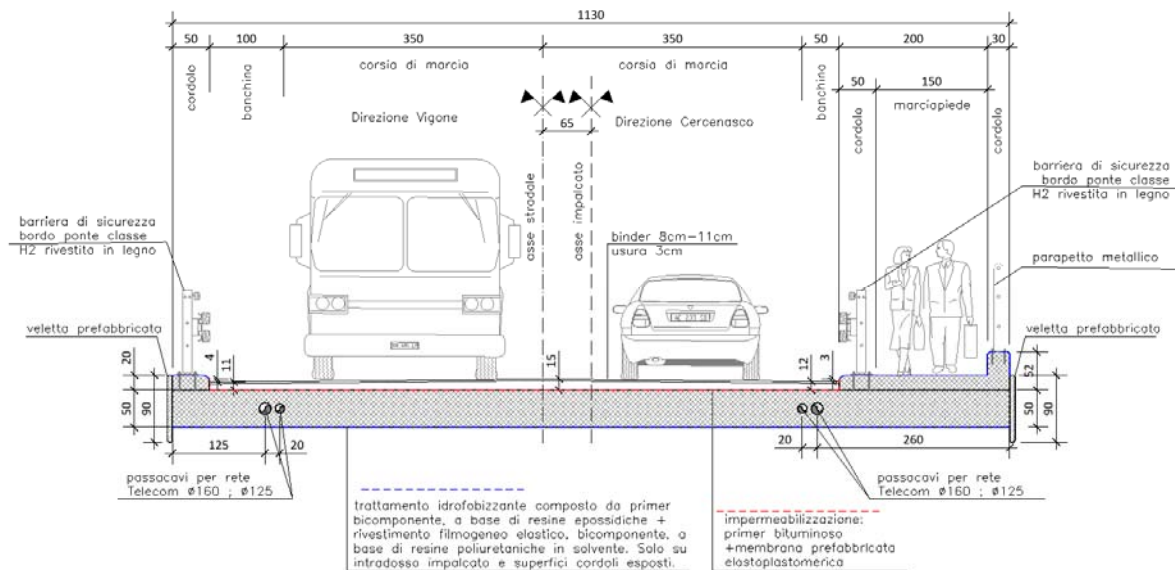


Figura 5 – Sezione stradale.

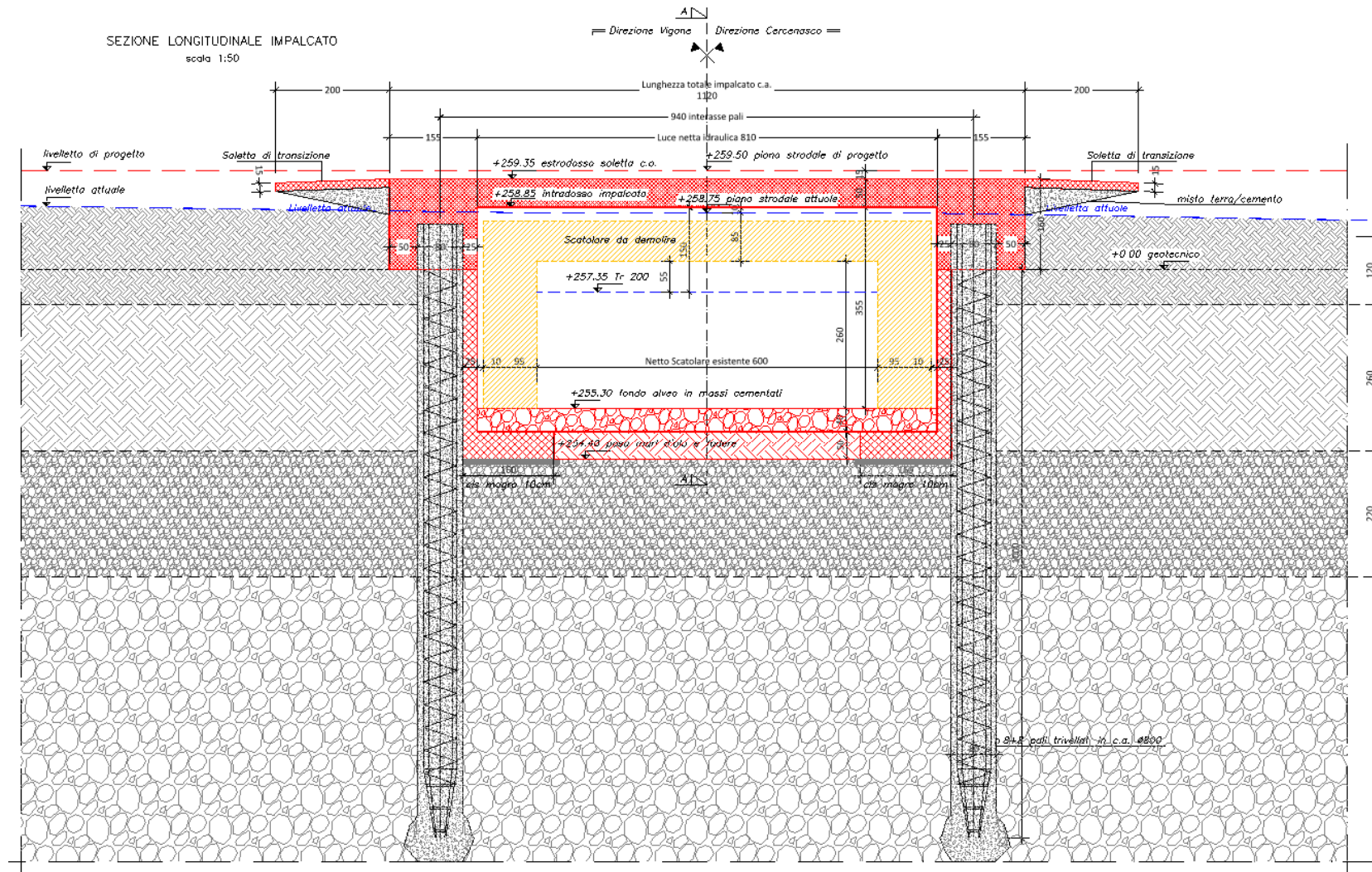


Figura 6 – Sezione ponte in asse longitudinale stradale.



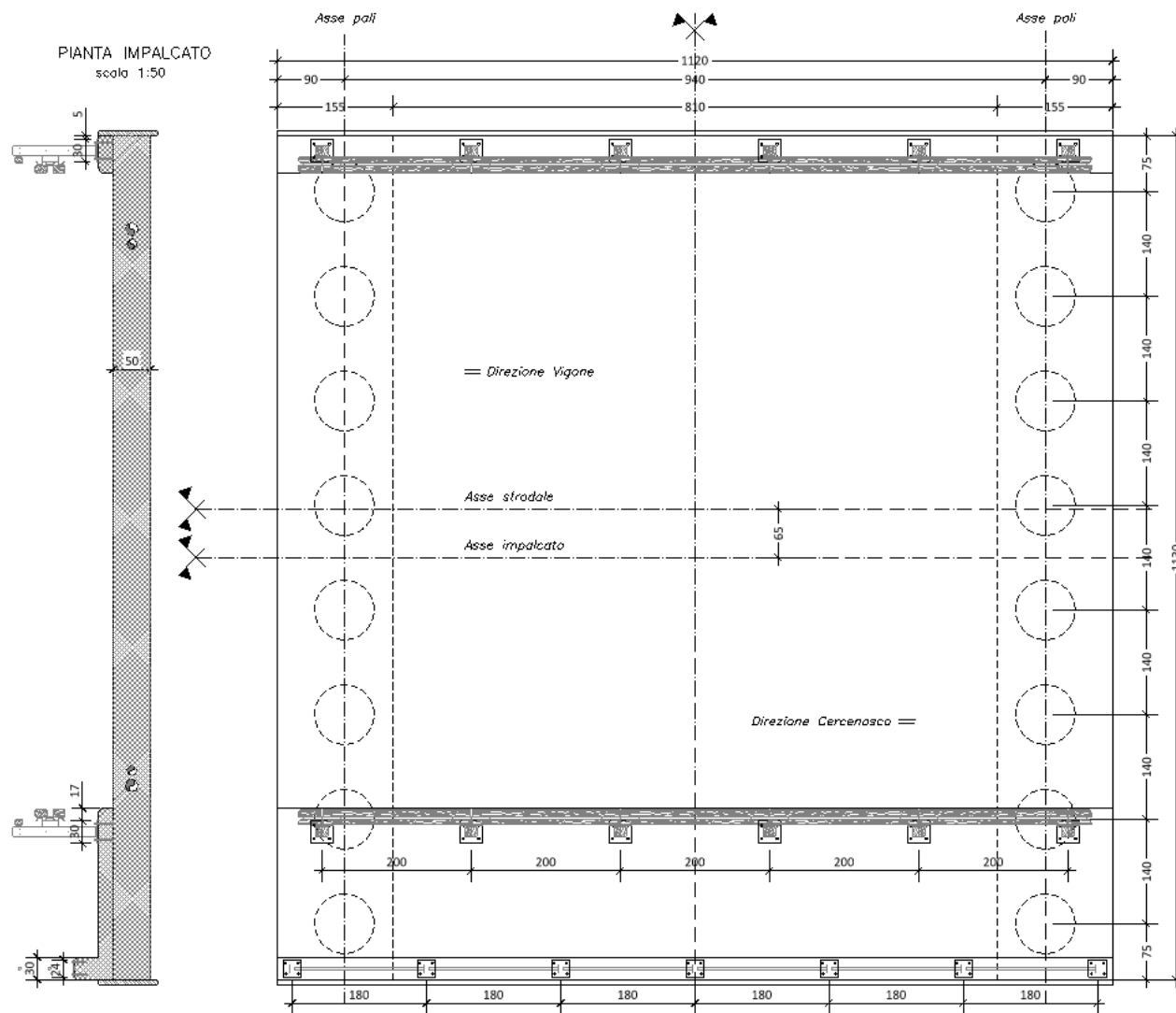


Figura 7 – Pianta impalcato.

### 5.3 MATERIALI

Si riportano di seguito i parametri adottati per le opere in progetto.

#### CALCESTRUZZO PALI E IMPALCATO

C 32/40

$R_{ck} = 40$ MPa	Resistenza cubica caratteristica del materiale
$f_{ck} = 32$ MPa	Resistenza cilindrica caratteristica del materiale
$\gamma_c = 1,50$	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLU del materiale
$\alpha_{cc} = 0,85$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$f_{cd} = 18,81$ MPa	Resistenza cilindrica di progetto del materiale
$E_{cm} = 33643$ MPa	Modulo elastico (non fessurato)
XF4	Classe di esposizione secondo UNI 11104

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018. Nel dettaglio, viene impiegato il diagramma parabola – rettangolo riportato nella seguente figura.

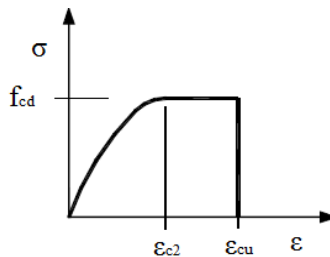


Figura 8 - Legge costitutiva adottata per il calcestruzzo.

L'acciaio da c.a. costituente l'armatura lenta è del tipo **B450C**.

#### ACCIAIO DA C.A. LENTO – B450C

$f_{tk} = 540$ MPa	Tensione caratteristica di rottura
$f_{yk} = 450$ MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_s = 1,15$	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLU del materiale
$f_{yd} = 391$ MPa	Tensione di progetto di snervamento
$E_s = 210.000$ MPa	Modulo elastico

In aggiunta, l'acciaio deve rispettare quanto riportato nella Tab. 11.1.Ib al punto 11.3.2.1 delle vigenti NTC2018.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018. In particolare viene utilizzato il modello elastico incrudente riportato nella seguente figura.

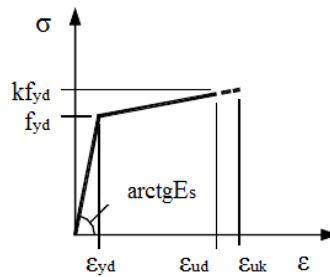


Figura 9 - Legge costitutiva per l'acciaio da cls armato.

## 5.4 FASI ESECUTIVE

Si riassumono di seguito le macrofasi esecutive delle strutture del ponte in progetto, così come previste negli elaborati grafici di progetto cui si rimanda:

Fase 1: realizzazione degli scavi per il raggiungimento della quota di perforazione dei pali; esecuzione dei pali e successivo collaudo.

Fase 2: armatura e getto delle spalle. Nell'ambito della presente fase verranno predisposti i ferri infissi nel terreno a tergo dello scatolare esistente, per successiva ripresa.

Fase 3: armatura e getto dell'impalcato.

Fase 4: demolizione del manufatto esistente; scavi in alveo fino alla quota di imposta di fodere e muri d'ala.

Fase 5: realizzazione di fodere di rivestimento dei pali (lato alveo). Realizzazione muri d'ala, previo scavo.

Fase 6: sistemazione fondo alveo e realizzazione di corazzamento di fondo alveo con massi cementati.

Fase 7: realizzazione di solette di transizione e pavimentazione stradale, con posa dei presidi di sicurezza.

## 6. MURI D'ALA

### 6.1 GEOMETRIA

È prevista l'esecuzione di muri d'ala, lato alveo, in c.a., di cui si riportano di seguito degli stralci grafici progettuali.

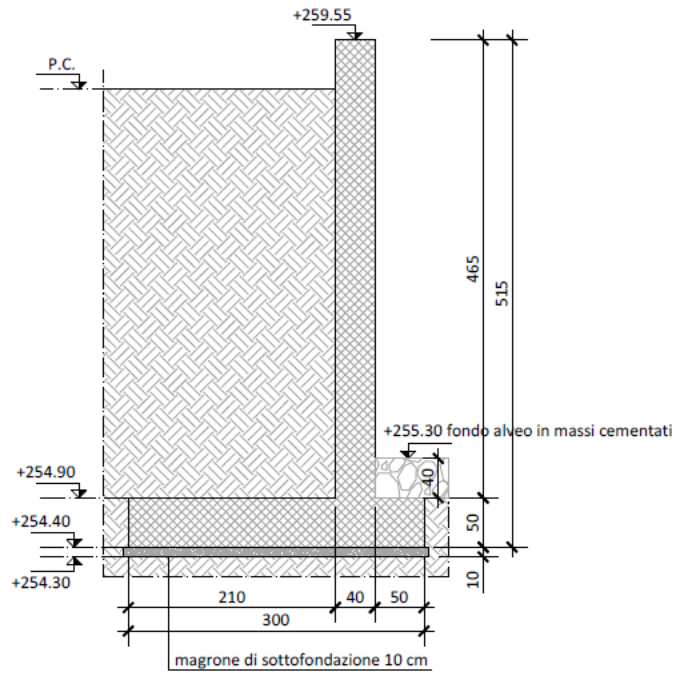


Figura 10 – Sezione tipologica carpenterie muri d'ala.

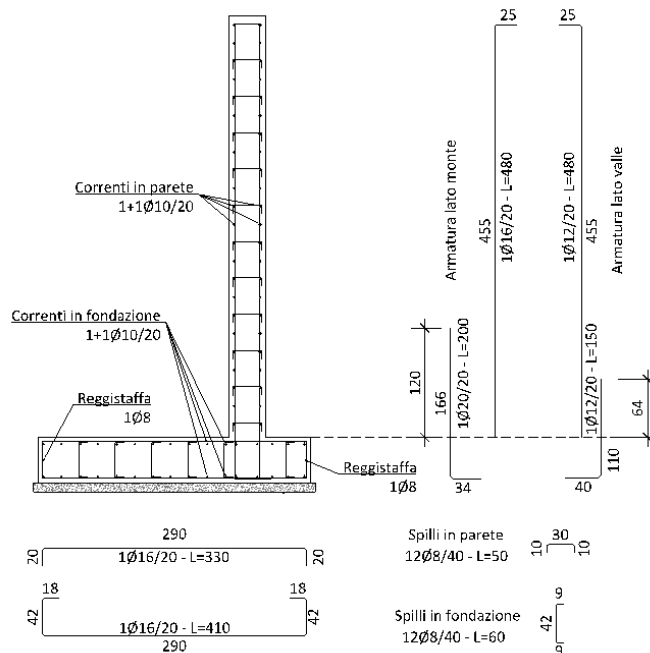


Figura 11 – Sezione tipologica armature muri d'ala.

## 6.2 MATERIALI

Si riportano di seguito i parametri adottati per le opere in progetto.

### CALCESTRUZZO MURI

C 32/40

$R_{ck} = 40$ MPa	Resistenza cubica caratteristica del materiale
$f_{ck} = 32$ MPa	Resistenza cilindrica caratteristica del materiale
$\gamma_c = 1.50$	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLU del materiale
$\alpha_{cc} = 0.85$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$f_{cd} = 18.81$ MPa	Resistenza cilindrica di progetto del materiale
$E_{cm} = 33643$ MPa	Modulo elastico (non fessurato)
XC2	Classe di esposizione secondo UNI 11104

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018. Nel dettaglio, viene impiegato il diagramma parabola – rettangolo riportato in figura

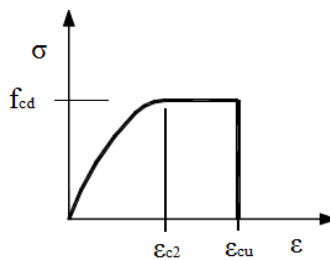


Figura 12: Legge costitutiva adottata per il calcestruzzo.

L'acciaio da c.a. costituente l'armatura lenta è del tipo **B450C**.

### ACCIAIO DA C.A. LENTO – B450C

$f_{tk} = 540$ MPa	Tensione caratteristica di rottura
$f_{yk} = 450$ MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_s = 1.15$	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLU del materiale
$f_{yd} = 391$ MPa	Tensione di progetto di snervamento
$E_s = 210\,000$ MPa	Modulo elastico

In aggiunta, l'acciaio deve rispettare quanto riportato nella Tab. 11.1.Ib al punto 11.3.2.1 delle vigenti NTC2018.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018. In particolare viene utilizzato il modello elastico incrudente riportato in figura:

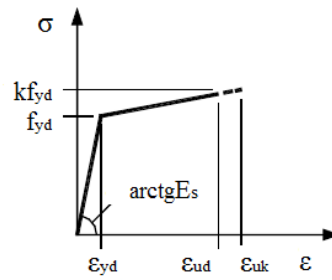


Figura 13: Legge costitutiva per l'acciaio da cls armato

Tanto si doveva per incarico ricevuto.

Torino, Giugno 2024