

S.S. 38 - LOTTO 4: VARIANTE DI TIRANO DALLO SVINCOLO DI STAZZONA (COMPRESO) ALLO SVINCOLO DI LORETO (CON COLLEGAMENTO ALLA DOGANA DI POSCHIAVO)

**S.S. 38 - LOTTO 4: NODO DI TIRANO -
TRATTA "A" (SVINCOLO DI BIANZONE - SVINCOLO LA GANDA)
E TRATTA "B" (SVINCOLO LA GANDA - CAMPONE IN TIRANO)**

PROGETTO ESECUTIVO

 <p>Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)</p>	 <p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p> <p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	 <p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	 <p>Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>
	 <p>Società designata: GA&M</p> <p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	 <p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	 <p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>	<p>DOTT. GEOL. DANILO GALLO</p> <p>Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</p>
<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Dott. Ing. Giancarlo LUONGO</p>	<p>RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p>  <p>Ing. Valerio BAJETTI</p>	<p>GEOLOGO</p>  <p>Dott. Geol. Francesco AMANTIA SCUDERI</p>	<p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p>  <p>Ing. Gaetano RANIERI</p>	

HB01

H - PROGETTO STRUTTURALE OPERE PRINCIPALI
HB - VI02 PONTE SULL'ADDA DI TIRANO
RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

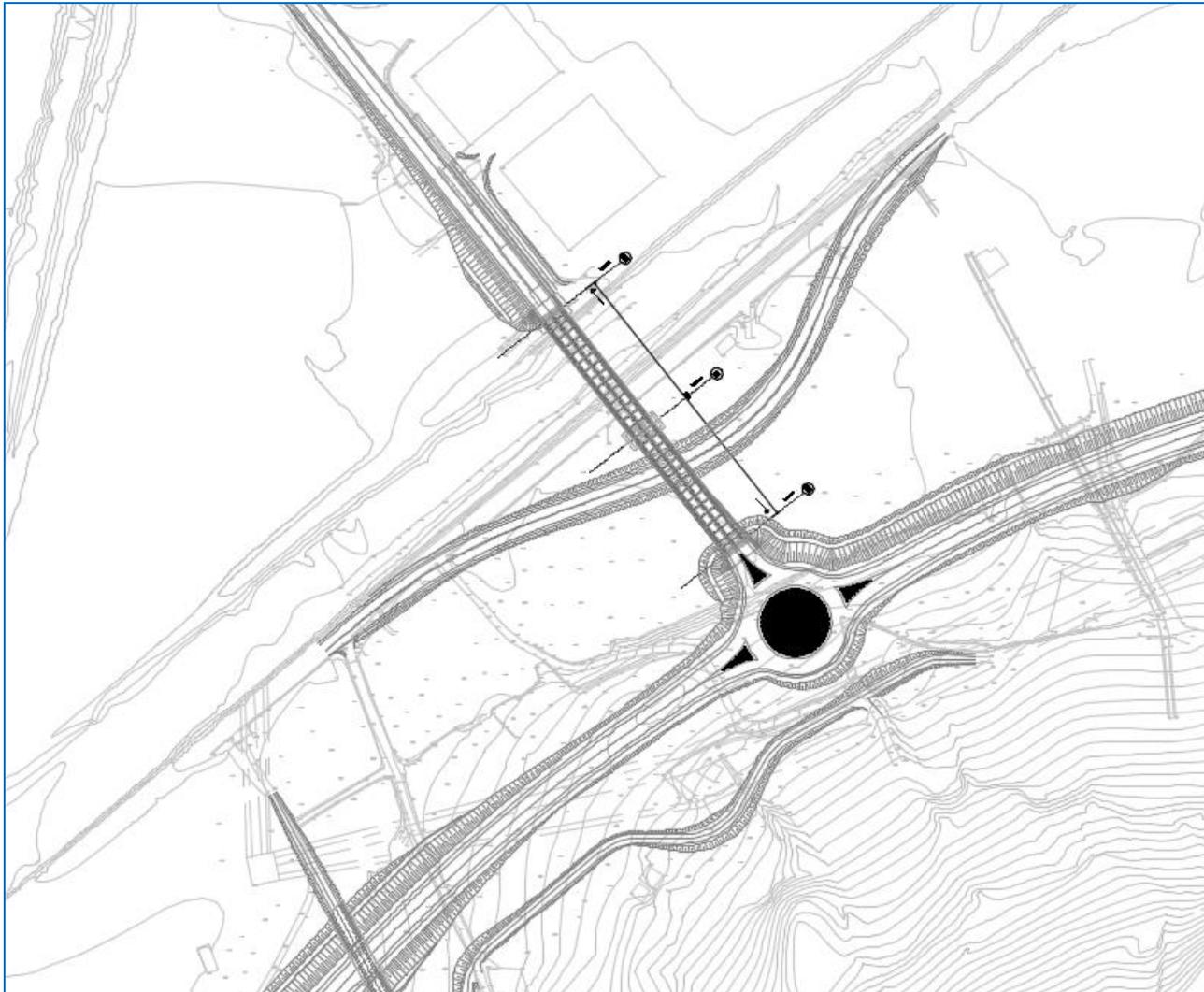
CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	HB01-P00VI02STRRE01_A.dwg		
M 3 2 4	E	1 8 0 1	CODICE ELAB. P 0 0 V I 0 2 S T R R E 0 1	A	-----
C					
B					
A	EMISSIONE	SETTEMBRE 2018	ING. NICOLA LIGAS	ING. FABRIZIO BAJETTI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA.....	4
3	UNITA' DI MISURA	4
4	MATERIALI	5
4.1	Calcestruzzi	5
4.1.1	Calcestruzzo per solette (UNI 11104-2016)	5
4.1.2	Calcestruzzo per lastre prefabbricate (UNI 11104-2016)	5
4.1.3	Calcestruzzo per pali di fondazione (UNI 11104-2016)	6
4.1.4	Calcestruzzo per strutture di fondazione (UNI 11104-2016).....	6
4.1.5	Calcestruzzo per strutture in elevazione (UNI 11104-2016)	7
4.1.6	Calcestruzzo per baggioli di appoggio (UNI 11104-2016)	7
4.2	Acciai.....	8
4.2.1	Acciaio per armatura lenta	8
4.2.2	Acciaio per elementi in carpenteria metallica	8
4.2.3	Piolature tipo Nelson.....	8
4.2.4	Bullonature e dadi.....	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	9
5.1	Definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di calcolo	9
5.2	Approccio di calcolo	16
6	ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	17
6.1	Identificazione della località e dei parametri sismici generali.....	17
6.2	Definizione della strategia progettuale	18
6.3	Parametri di calcolo	19
6.3.1	Parametri numerici sismici	19
6.3.2	Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica	20
6.3.3	Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica	20
6.3.4	Fattori di struttura.....	20
6.4	Definizione dello spettro di progetto elastico per lo SLV.....	21
6.5	Definizione dello spettro di progetto smorzato per lo SLV	24
6.6	Definizione dello spettro di progetto smorzato per lo SLC	25
7	Le caratteristiche dell'opera.....	26
7.1	Il viadotto	26
7.2	Le spalle	28
7.3	Le pile.....	30
7.4	Dispositivi di appoggio e isolamento	32

1 PREMESSA

La presente relazione riporta la descrizione delle strutture del ponte VI-02 nell'ambito del progetto esecutivo "S.S. 38 – Lotto 4: Nodo di Tirano – Tratta "A" (Svincolo di Biazone – Svincolo La Ganda) – Tratta "B" (Svincolo La Ganda – Campone in Tirano)".



L'opera in oggetto presenta uno schema statico di trave continua su due campate aventi luci tra gli assi di appoggio pari a 56,0 + 56,0 m.

L'impalcato è composto, da tre travi continue in acciaio a doppio T ad altezza variabile sostenenti la soletta di scorrimento stradale in calcestruzzo armato ordinario.

In riguardo agli aspetti sismici, l'impalcato è isolato alla sommità delle pile e spalle mediante isolatori a pendolo ("friction pendulum") a singola superficie di scorrimento.

Dimensioni dell'impalcato:

Larghezza cordoli	= 0,75 m
Larghezza carreggiata, categoria C1	= 9,00 m
Larghezza totale soletta	= 10,50 m
Numero delle travi	= 3
Interasse travi	= 4,00 m
Altezza delle travi (variabile)	= 1,80÷3,00 m
Spessore soletta	= 27 cm (lastra 7 cm + getto 20 cm)

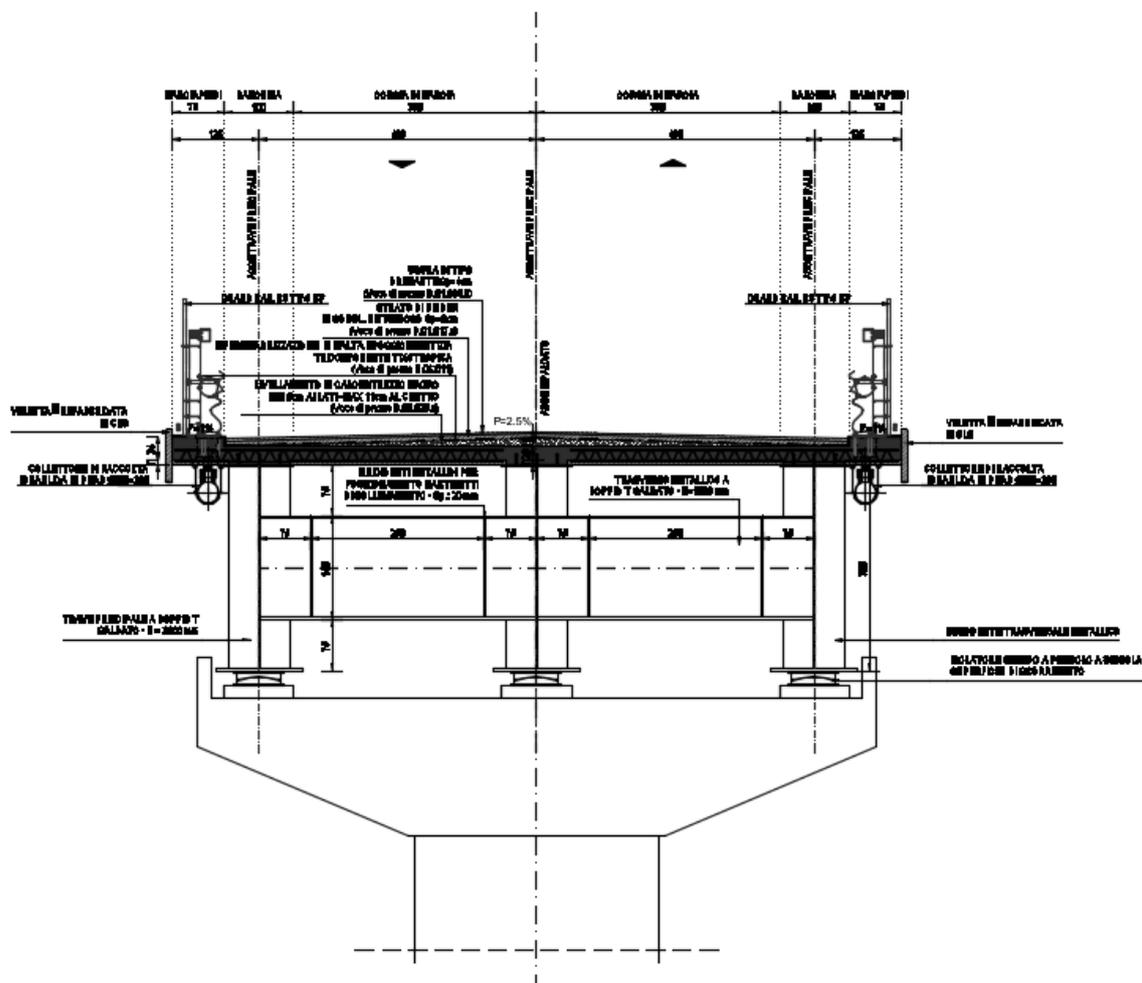


FIGURA 1 – SEZIONE TIPICA IMPALCATO (SU PILA)

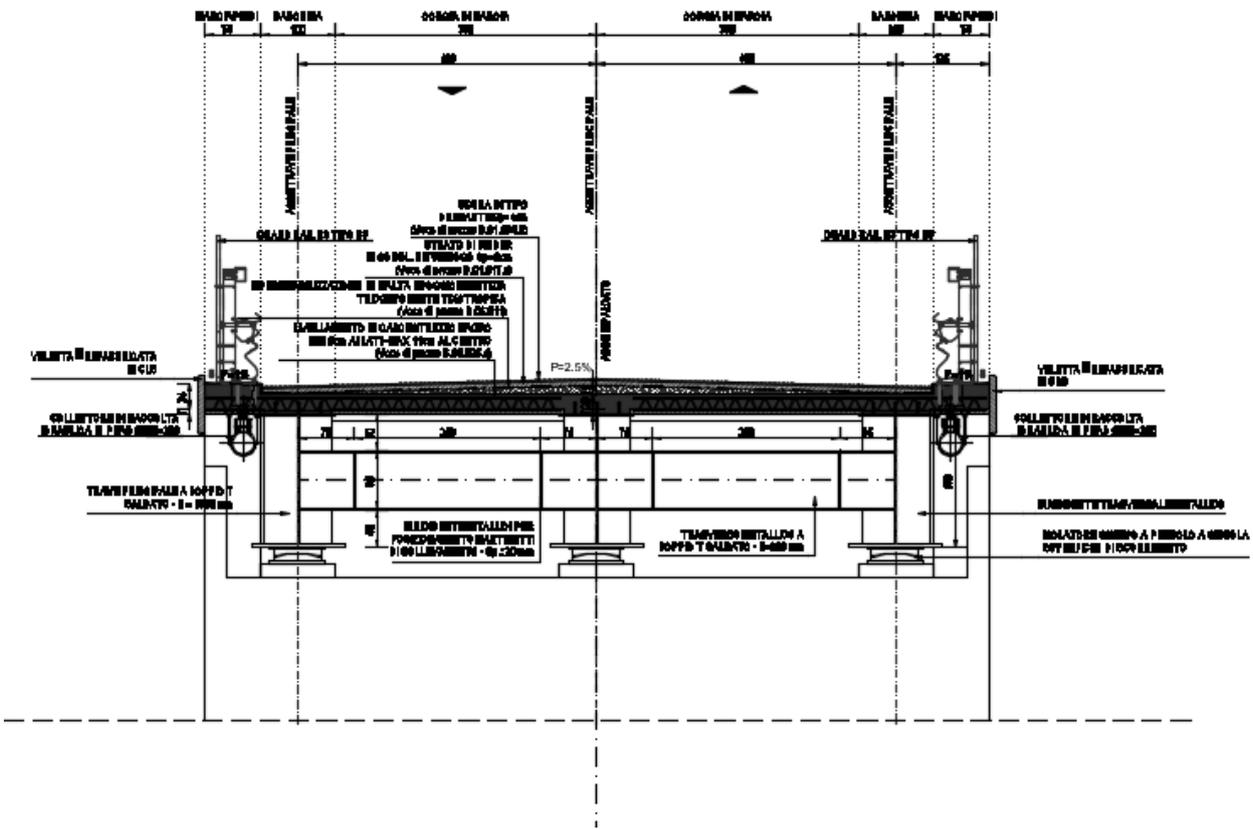


FIGURA 2 – SEZIONE TIPICA IMPALCATO (SU SPALLA)

2 NORMATIVA

Nella redazione dei calcoli statici ci si è attenuti alle prescrizioni della Normativa vigente; in particolare:

- **Legge n°1086 del 05/11/1971** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- **Legge n°64 del 02/02/1974** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
- **Decreto Ministeriale 17/01/2018** “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- **Circolare Min. 02/02/2009, n° 617** “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”
- **UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 2)** → Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- **UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali
- **UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti
- **UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- **UNI EN 206-1:2006** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione e conformità
- **UNI 11104** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 2016-1

3 UNITA' DI MISURA

Nei calcoli è stato fatto uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi: $\text{kN/m}^2, \text{kN/m}, \text{kN}$
- per i momenti: kNm
- per i tagli e sforzi normali: kN
- per le tensioni: N/mm^2
- per le accelerazioni: m/sec^2

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZI

4.1.1 CALCESTRUZZO PER SOLETTE (UNI 11104-2016)

Per la soletta dell'impalcato è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XF4**
- Classe di consistenza: **S6**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **360 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **25 mm**
- Copriferro netto minimo: **30 mm**

4.1.2 CALCESTRUZZO PER LASTRE PREFABBRICATE (UNI 11104-2016)

Per le lastre prefabbricate è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC4**
- Classe di consistenza: **S6**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **320 kg/mc**

- Diametro massimo degli inerti: **16 mm**
- Copriferro netto minimo: **30 mm**

4.1.3 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (UNI 11104-2016)

Per i pali di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C25/30** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C25/30	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	32,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2,56	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,79	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,19	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	31.220,19	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	30.440,77	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **60 mm**

4.1.4 CALCESTRUZZO PER STRUTTURE DI FONDAZIONE (UNI 11104-2016)

Per le strutture di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C28/35** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C28/35	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	35,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	29,05	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	37,05	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	16,46	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2,83	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,98	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,32	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	33.721,65	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	31.670,36	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**

- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

4.1.5 CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN ELEVAZIONE (UNI 11104-2016)

Per le strutture in elevazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XF2**
- Classe di consistenza: **S6**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **20 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**
- Contenuto minimo in aria: **3,0%**

4.1.6 CALCESTRUZZO PER BAGGIOLI DI APPOGGIO (UNI 11104-2016)

Per i baggioli di appoggio è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C35/45** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	45,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	37,35	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	45,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	21,17	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,35	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,56	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	38.236,76	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	33.877,87	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC3/XF1**
- Classe di consistenza: **S6**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**

- Diametro massimo degli inerti: **25 mm**

Copriferro netto minimo: **40 mm**

4.2 ACCIAI

4.2.1 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

Per le armature lente è stato previsto un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k} = 540,00 \text{ N/mm}^2$ (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k} = 450,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d} = 391,30 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo – $\gamma_s=1,15$)
- $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico istantaneo)

4.2.2 ACCIAIO PER ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA

Per gli elementi in carpenteria metallica sono state previste le seguenti tipologie di acciaio in relazione allo spessore delle lamiere di assemblaggio:

- $t < 20 \text{ mm} \rightarrow$ **Acciaio S355J0W**
- $20 \text{ mm} \leq t \leq 40 \text{ mm} \rightarrow$ **Acciaio S355J2W**
- $t > 40 \text{ mm} \rightarrow$ **Acciaio S355K2W**

Tutte le tipologie di acciaio indicate presentano le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k} = 510,00 \text{ N/mm}^2$ (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k} = 355,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d} = 338,09 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo – $\gamma_s=1,05$)
- $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico istantaneo)

4.2.3 PIOLATURE TIPO NELSON

Per le piolature tipo Nelson è stato previsto un acciaio del tipo **S235J2 + C450**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k} = 360,00 \text{ N/mm}^2$ (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k} = 235,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d} = 223,80 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo – $\gamma_s=1,05$)
- $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico istantaneo)

4.2.4 BULLONATURE E DADI

Le bullonerie sono state previste in acciaio zincato a caldo con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **Classe 10.9 UNI EN ISO 898-1:2001**
- $f_{t,b} = 1.000,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di rottura)
- $f_{y,d} = 900,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)

I dadi sono previsti di **Classe 10 UNI EN ISO 898-1:2001**.

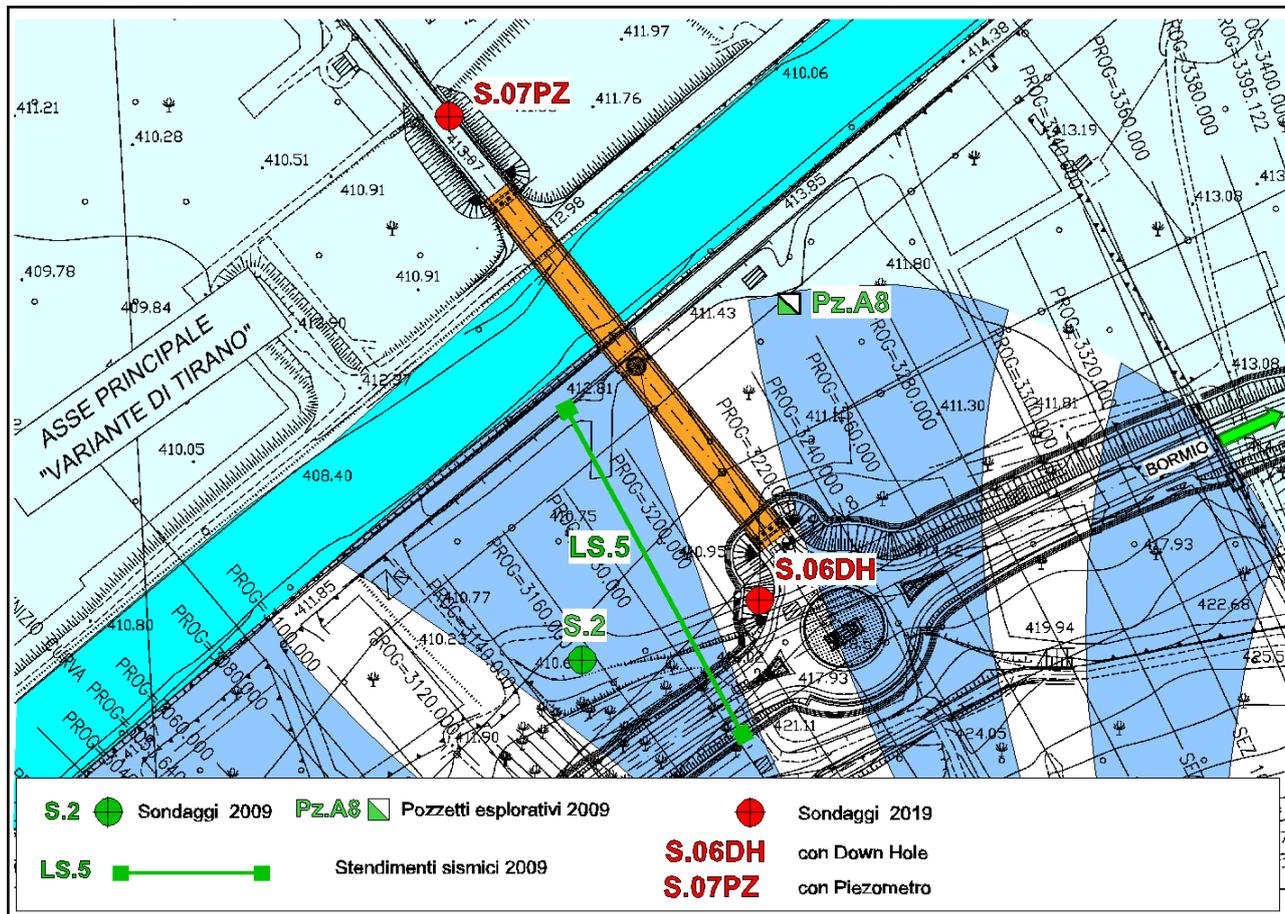
5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

5.1 DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA E DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

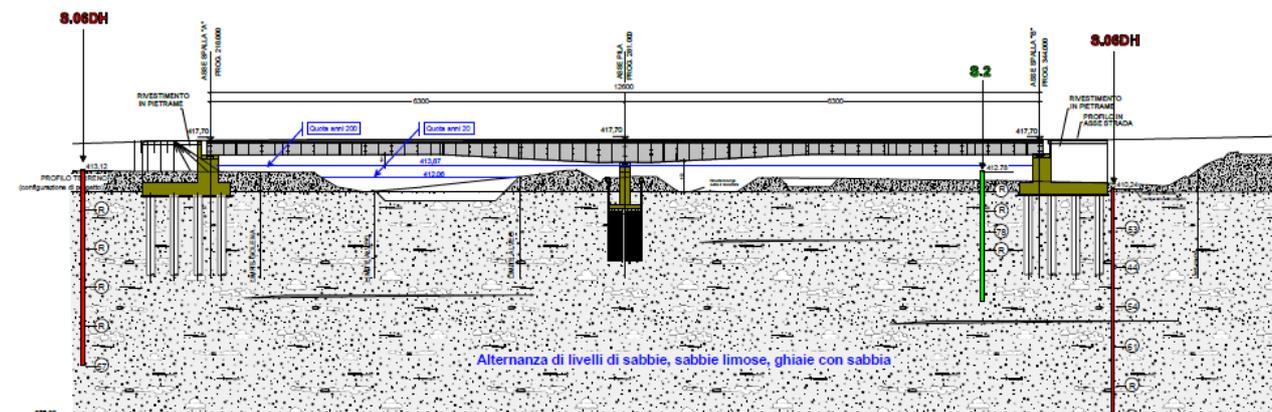
Per la determinazione della stratigrafia dei terreni utilizzata per le verifiche delle strutture di fondazione si è fatto riferimento ai seguenti sondaggi:

- Sondaggio S.2 (2009)
- Sondaggio S.06DH (2019)
- Sondaggio S.07PZ (2019)

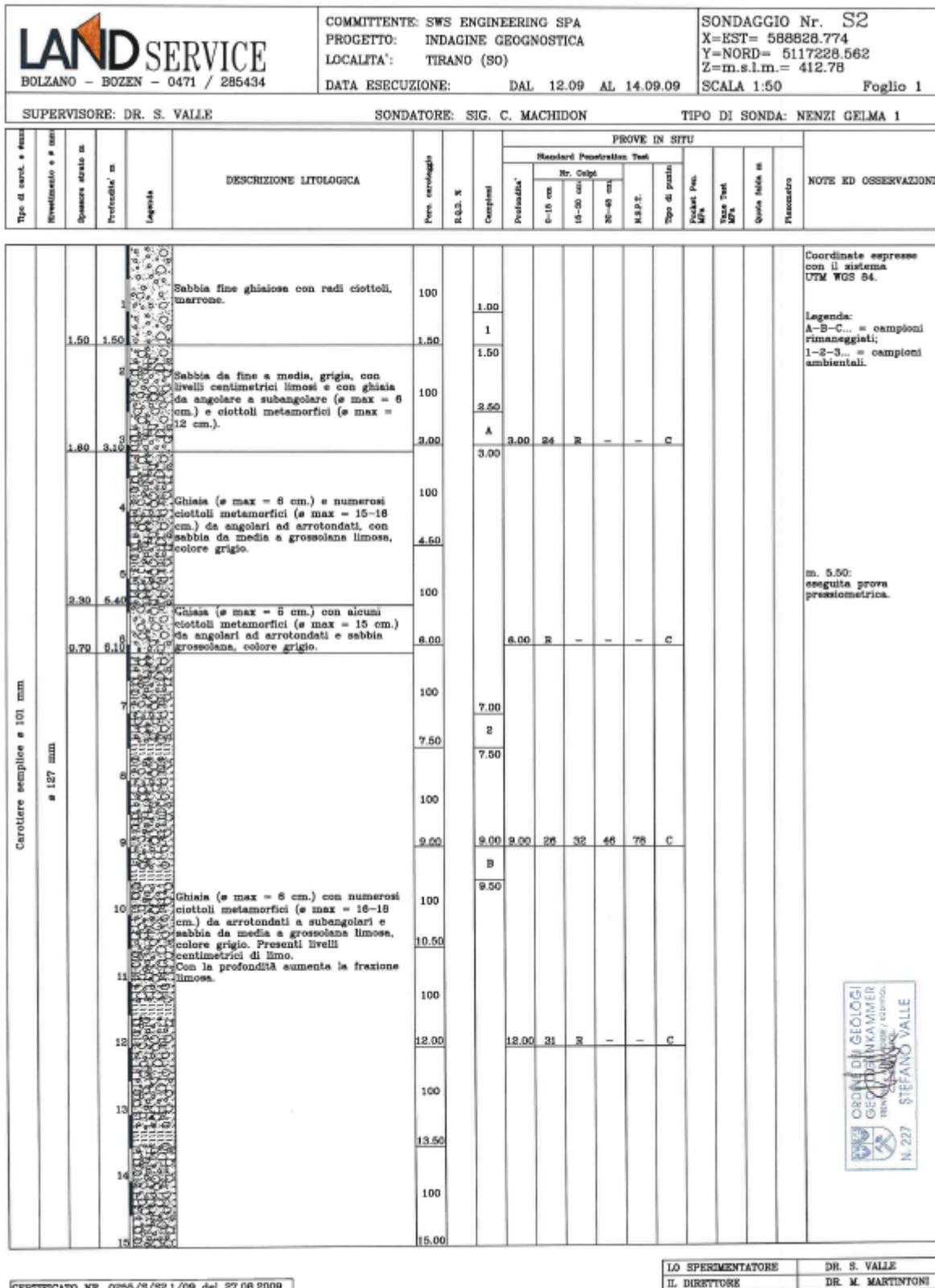
I sondaggi sopra elencati risultano ubicati come mostrato nell'immagine seguente:



Il viadotto, come da schema litologico di seguito riportato, ricade a cavallo tra le formazioni litologiche UG1 e UG2_1 e poiché dal sondaggio S.2 non è possibile distinguere il passaggio dai depositi di conioide a quelli alluvionali, nel modello geologico di calcolo verranno considerati i parametri medi relativi alla formazione UG2_1 (strato nel quale ricadono completamente i pali di fondazione):

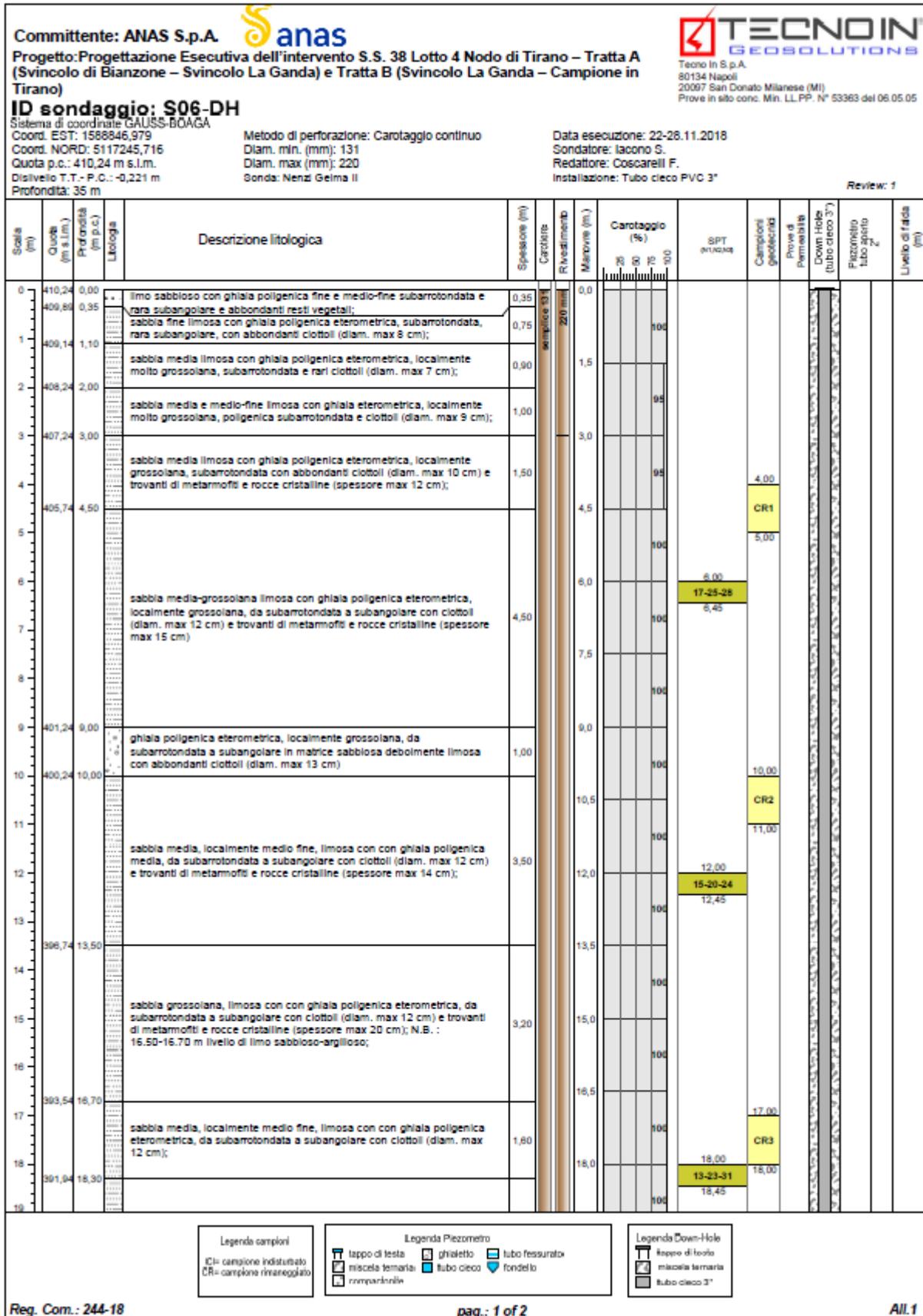


Nell'immagine seguente è riportata la stratigrafia del sondaggio **S.2** (2009):



CERTIFICATO NR. 0250/3/32.1/09 del 27.08.2009

Nell'immagine seguente è riportata la stratigrafia del sondaggio **S.06DH** (2019):



Committente: ANAS S.p.A.



Progetto: Progettazione Esecutiva dell'intervento S.S. 38 Lotto 4 Nodo di Tirano - Tratta A (Svincolo di Bianzone - Svincolo La Ganda) e Tratta B (Svincolo La Ganda - Campone in Tirano)



Tecno In S.p.A.
 80134 Napoli
 20097 San Donato Milanese (MI)
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

ID sondaggio: S06-DH

Sistema di coordinate GAUSS-BOAGA

Coord. EST: 1588846,979
 Coord. NORD: 5117245,716
 Quota p.c.: 410,24 m s.l.m.
 Dislivello T.T. - P.C.: -0,221 m
 Profondità: 35 m

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo
 Diam. min. (mm): 131
 Diam. max (mm): 220
 Sonda: Nenzi Geima II

Data esecuzione: 22-28.11.2018
 Sondatore: Iacono S.
 Redattore: Coscarelli F.
 Installazione: Tubo cieco PVC 3"

Review: 1

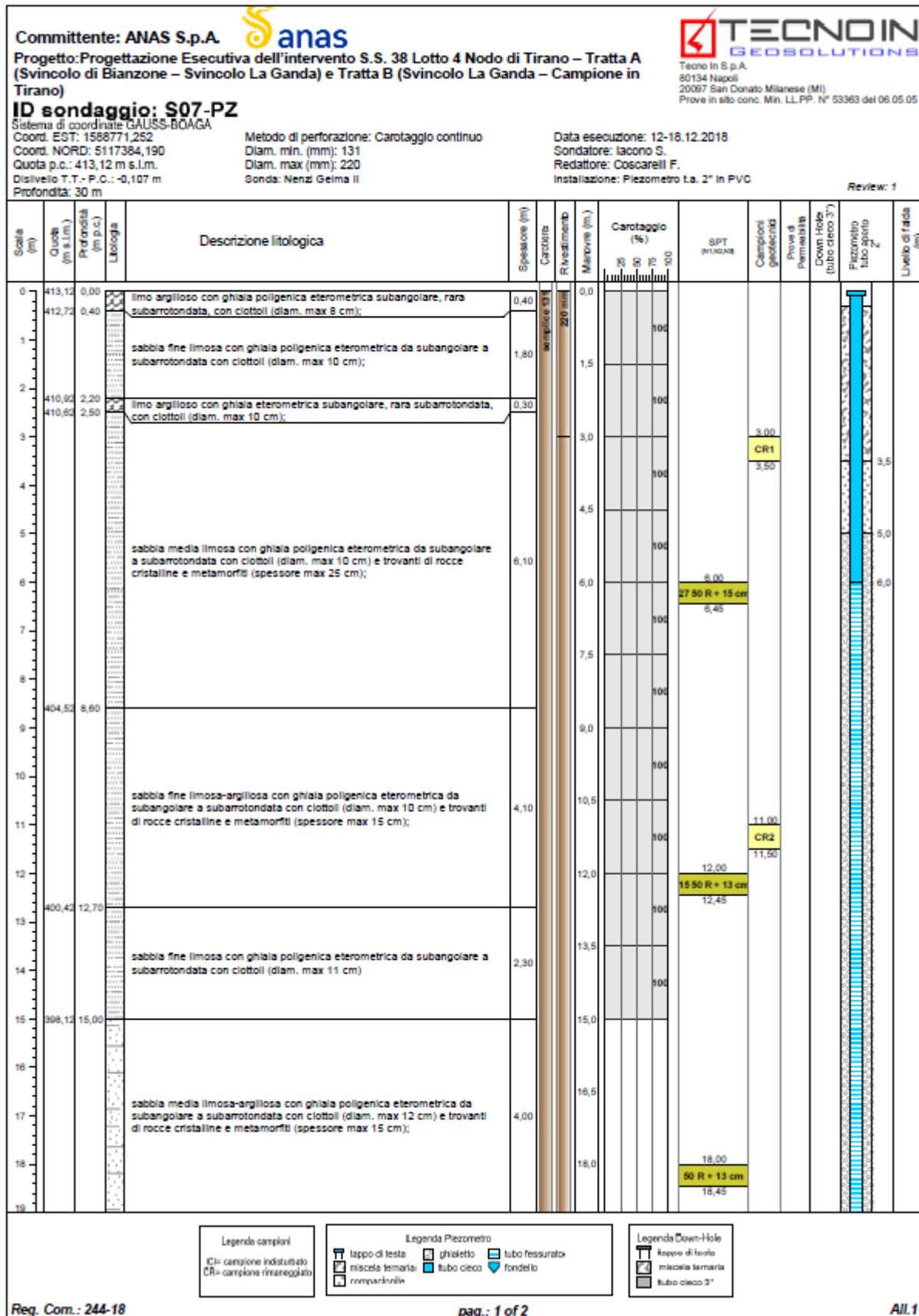
Scala (m)	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore (m)	Carotabile	Rivestimento	Misure (m)	Carotaggio (%)				SPT (N14248)	Campioni geotecnici	Prove di Permeabilità	Down-Hole (tubo cieco 3")	Piezometro tubo aperto	Livello di falda (m)
									0	50	75	100						
19																		
20																		
21																		
22				sabbia medio-grossolana, limosa con con ghiaia poligenica eterometrica, da subarrotondata a subangolare con ciottoli (diam. max 12 cm);	6,70													
23													CR4					
24																		
25	385,24	25,00																
26																		
27																		
28				sabbia grossolana, localmente media, debolmente limosa con con ghiaia poligenica eterometrica, da subarrotondata a subangolare con ciottoli (diam. max 14 cm); N.B. 30,00-30,30 m livello di ciottoli e ghiaia molto grossolana poligenica, subarrotondata;	7,00													
29																		
30																		
31																		
32	378,24	32,00												CR5				
33																		
34				sabbia media, localmente-grossolana, limosa con con ghiaia poligenica eterometrica, da subarrotondata a subangolare con ciottoli (diam. max 10 cm) e trovaniti di metamorfiti e rocce cristalline (spessore max 15 cm);	3,00													
35	375,24	35,00																

Legenda campioni
 IC= campione indisturbato
 CR= campione rimaneggiato

Legenda Piezometro
 tappo di testa
 miscela termaria
 rmpartinella
 ghiaietto
 tubo cieco
 fondello

Legenda Down-Hole
 tappo di testa
 miscela termaria
 tubo cieco 3"

Nell'immagine seguente è riportata la stratigrafia del sondaggio **S.07PZ** (2019):



Committente: ANAS S.p.A.

Progetto: Progettazione Esecutiva dell'intervento S.S. 38 Lotto 4 Nodo di Tirano - Tratta A (Svincolo di Bianzone - Svincolo La Ganda) e Tratta B (Svincolo La Ganda - Campone in Tirano)

ID sondaggio: S07-PZ

Sistema di coordinate GAUSS-BOAGA
 Coord. EST: 1588771,252 Metodo di perforazione: Carotaggio continuo Data esecuzione: 12-18.12.2018
 Coord. NORD: 5117384,190 Diam. min. (mm): 131 Sondatore: Iacono S.
 Quota p.c.: 413,12 m s.l.m. Diam. max (mm): 220 Redattore: Coscarelli F.
 Dislivello T.T. - P.C.: -0,107 m Sonda: Nenzi Geima II Installazione: Piezometro La. 2" in PVC

Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Review: 1

Scala (m)	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore (m)	Carotiere	Rivestimento	Manovra (m)	Carotaggio (%)	SPT (N/10cm)	Campioni geotecnic	Prove di permeabilità	Down-Hole (tubo cieco 3")	Piezometro tubo piezo	Livello di falda (m)
19	394,12	19,00		sabbia media limosa con abbondanti ciottoli (diam. max 12 cm)	1,00			19,5							
20	393,12	20,00													
21				sabbia media limosa con ghiala poligenica eterometrica da subangolare a subarrotondata con ciottoli (diam. max 12 cm);	2,00			21,0							
22	391,12	22,00													
23				sabbia media limosa-argillosa con ghiala poligenica eterometrica da subangolare a subarrotondata con ciottoli (diam. max 12 cm);	3,00			22,5							
24															
25	388,12	25,00													
26				sabbia media limosa con ghiala poligenica eterometrica da subangolare a subarrotondata con ciottoli (diam. max 11 cm) e trovanti di rocce cristalline e metamorfite (spessore max 15 cm);	2,00			25,5							
27	386,12	27,00													
28				sabbia media limosa-argillosa con ghiala poligenica eterometrica da subangolare a subarrotondata con ciottoli (diam. max 9 cm) e trovanti di rocce cristalline e metamorfite (spessore max 15 cm);	3,00			28,5							
29															
30	383,12	30,00													

Legenda campioni

IC= campione indisturbato
 CR= campione rimangiato

Legenda Piezometro

□ tappo di testa □ ghiaietto □ tubo fessurato
 □ miscela termata □ tubo cieco □ fondello
 □ compatibile

Legenda Down-Hole

□ tappo di fondo
 □ miscela termata
 □ tubo cieco 3"

Di seguito sono riepilogati i parametri geotecnici e geomeccanici relativi alla formazione litologica UG2_1 (Conoidi):

• Peso di volume saturo	$\gamma_s = 21,00 \text{ kN/m}^3$
• Peso di volume	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
• Coesione efficace	$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$
• Angolo di attrito (valore caratteristico)	$\phi' = 37,00^\circ$
• Densità relativa (Bazaraa, 1962 – da valori medi di $N_1(60)$)	$Dr = 63,00 \%$
• Modulo elastico (Young)	$E = 337,40 \text{ N/mm}^2$
• Modulo Edometrico	$E_d = 404,90 \text{ N/mm}^2$

La falda è assunta alla quota di imposta della zattera di fondazione (testa palo).

5.2 APPROCCIO DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche di carico limite ultimo e di portanza laterale vengono condotte secondo l'approccio 2 previsto dal D.M.17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" - Combinazione A1 - M1 - R3.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

È stata considerata la presenza di tre verticali indagate al fine di determinare il valore dei fattori di riduzione delle resistenze caratteristiche ξ_3 e ξ_4 :

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

6 ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

6.1 IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI



Il sito è definito dalle seguenti coordinate geografiche:

- Longitudine: **10,15095**
- Latitudine: **46,20343**

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

6.2 DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA PROGETTUALE

In riferimento al D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, le opere sono progettate (in funzione dell’importanza strategica dell’infrastruttura) secondo i seguenti parametri:

- Vita Nominale dell’opera: **100 anni**

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

- Classe d’uso dell’opera: **III**

2.4.2 CLASSI D’USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d’uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l’ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso *III* o in Classe d’uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- Coefficiente di utilizzo dell’opera: **1,50**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d’uso C_U

CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- Vita di riferimento dell’opera: **150 anni**

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L’AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d’uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Qui di seguito si riporta la sintesi delle scelte progettuali adottati con i tempi di ritorno dell'azione sismica identificati in funzione del singolo stato limite.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	90
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	151
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1424
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	2475

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

6.3 PARAMETRI DI CALCOLO

6.3.1 PARAMETRI NUMERICI SISMICI

Sono stati definiti e utilizzati nei calcoli 3 differenti spettri di risposta di progetto:

- Spettro di progetto elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa delle sottostrutture e del terreno e dei sovraccarichi direttamente gravanti su di esse.
- Spettro di progetto "smorzato" (per la presenza dell'isolamento sismico alla base dell'impalcato) valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa dell'impalcato e ai sovraccarichi su esso agenti e trasmessi dagli isolatori sismici alle sottostrutture inferiori.
- Spettro di progetto "smorzato" (per la presenza dell'isolamento sismico alla base dell'impalcato) valutato allo Stato Limite di Collasso per il dimensionamento degli isolatori sismici e la verifica dello spostamento di progetto degli stessi.

Nella tabella successiva sono riportati i parametri numerici sismici per i periodi di ritorno associati ai diversi Stati Limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	90	0,043	2,553	0,228
SLD	151	0,053	2,549	0,243
SLV	1424	0,115	2,600	0,286
SLC	2475	0,136	2,626	0,292

6.3.2 CATEGORIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Ai sensi di quanto riportato nella Relazione Geotecnica e all'interno dei profili geotecnici allegati al presente progetto esecutivo il terreno di fondazione è classificato simicamente come di **categoria B**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

6.3.3 CATEGORIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Considerando che il territorio si presenta essenzialmente pianeggiante e privo di significati salti di quota la categoria topografica del sito è stata assunta pari a **categoria T₁**.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

6.3.4 FATTORI DI STRUTTURA

A favore di sicurezza il calcolo e le verifiche sono stati effettuati in campo elastico. Il fattore di struttura è stato pertanto posto pari a **q = 1,00**.

6.4 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO ELASTICO PER LO SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo B ▼ info $S_S =$ 1,200 $C_C =$ 1,413 ▼ info

Categoria topografica T1 ▼ info $h/H =$ 1,000 $S_T =$ 1,000 ▼ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1,000 ▼ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o 1 Regol. in altezza si ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1,000 ▼ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g] 0,40
 $S_{d,v}$ [g] 0,35
 S_e [g] 0,30
 0,25
 0,20
 0,15
 0,10
 0,05
 0,00

T [s] 4

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Nella tabella successiva sono riportati analiticamente i parametri sismici ed i valori delle accelerazioni normalizzate in funzione del periodo di vibrazione:

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_o	0,115 g
F_o	2,600
T_c	0,286 s
S_s	1,200
C_c	1,413
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,135 s
T_C	0,405 s
T_D	2,060 s

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,138
0,135	0,359
0,405	0,359
0,483	0,300
0,562	0,258
0,641	0,226
0,720	0,201
0,799	0,182
0,877	0,165
0,956	0,152
1,035	0,140
1,114	0,130
1,193	0,122
1,271	0,114
1,350	0,107
1,429	0,101
1,508	0,096
1,587	0,091
1,666	0,087
1,744	0,083
1,823	0,080
1,902	0,076
1,981	0,073
2,060	0,070
2,152	0,065
2,244	0,059
2,337	0,055
2,429	0,051
2,522	0,047
2,614	0,044
2,706	0,041
2,799	0,038
2,891	0,036
2,984	0,034
3,076	0,032
3,168	0,030
3,261	0,028
3,353	0,027
3,446	0,025
3,538	0,024
3,630	0,023
3,723	0,023
3,815	0,023
3,908	0,023
4,000	0,023

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_o / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

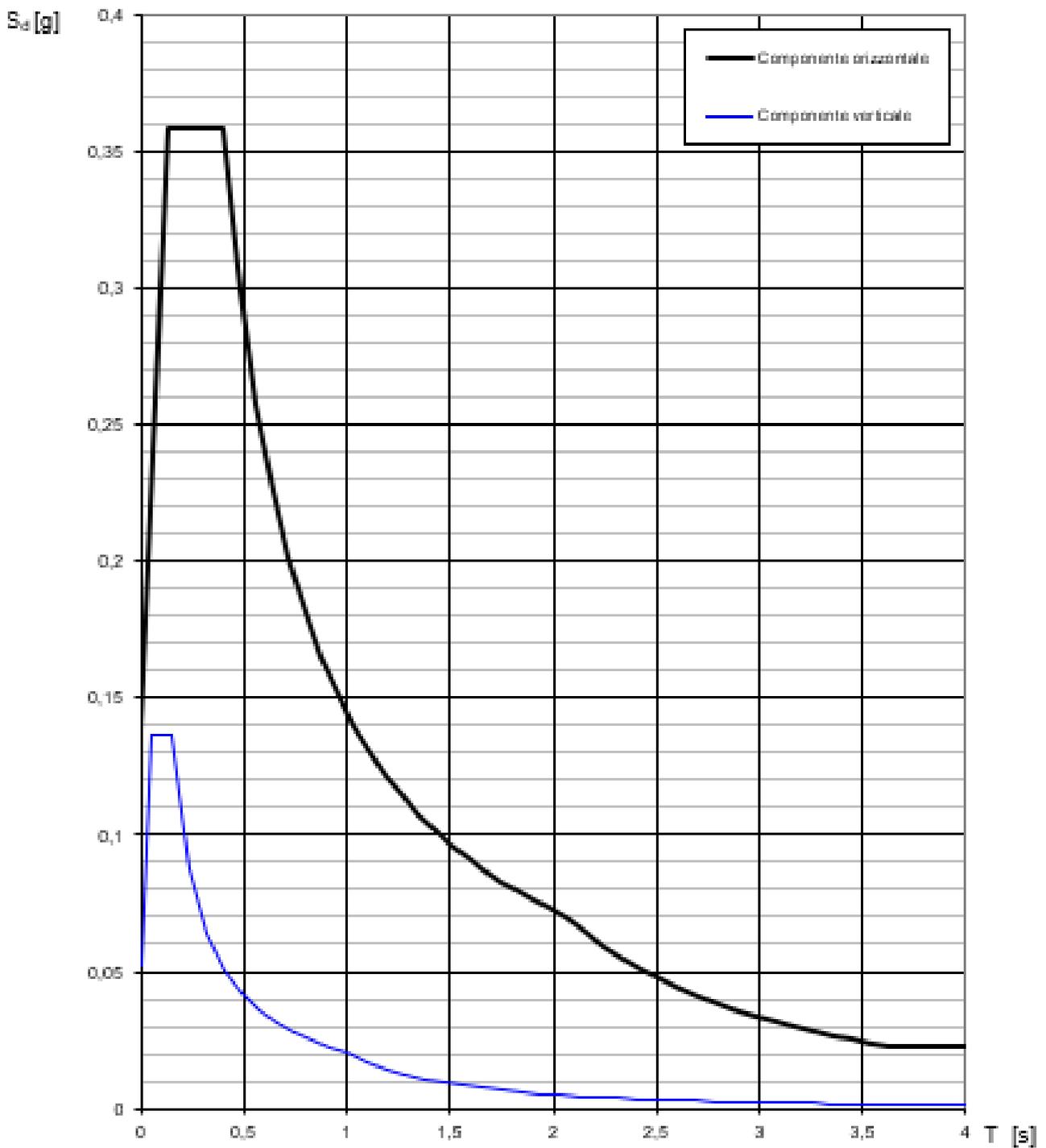
$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_o \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_o \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_o \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:

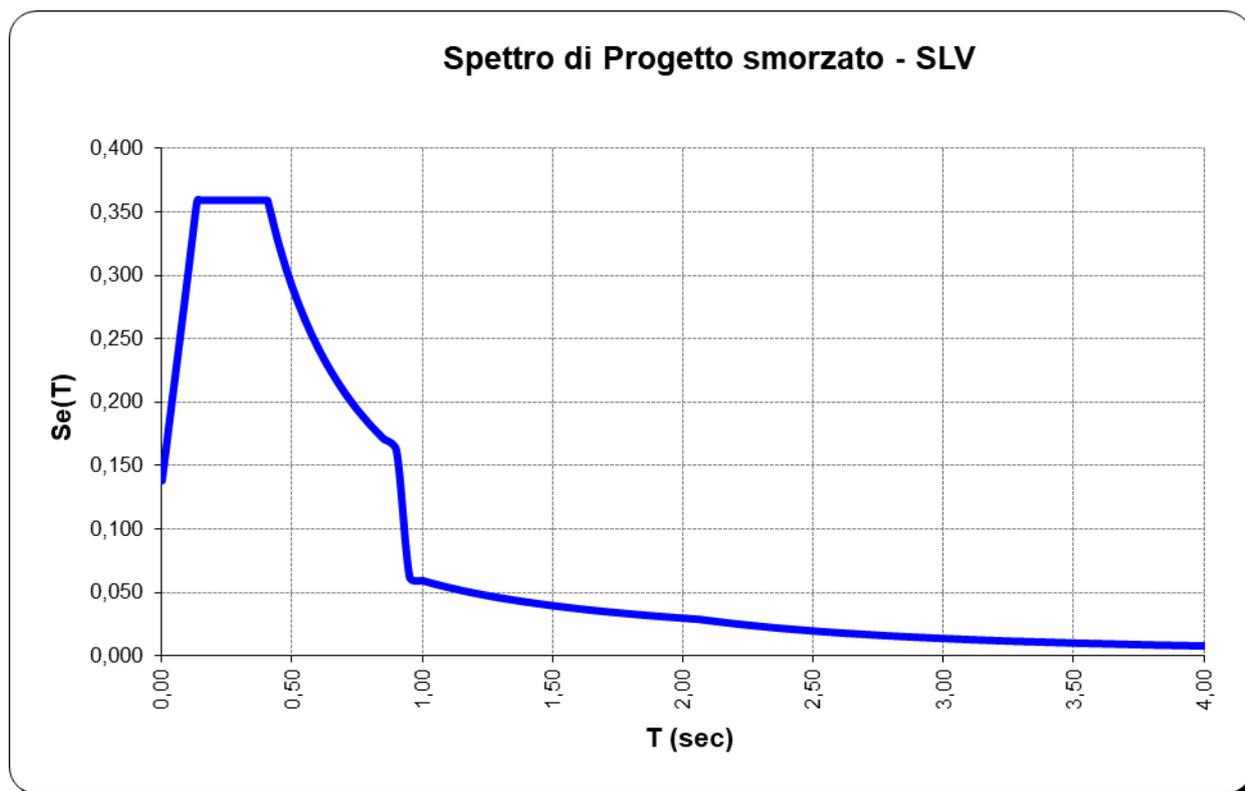


6.5 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO SMORZATO PER LO SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta smorzato valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

PARAMETRI SISMICI	
a_g	0,115
F_0	2,600
T_C^*	0,286 sec
S_S	1,200
C_C	1,413
S_T	1,000
S	1,200
T_B	0,135 sec
T_C	0,405 sec
T_D	2,060 sec
T_{iso}	1,142 sec
ξ	0,554

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta smorzato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:

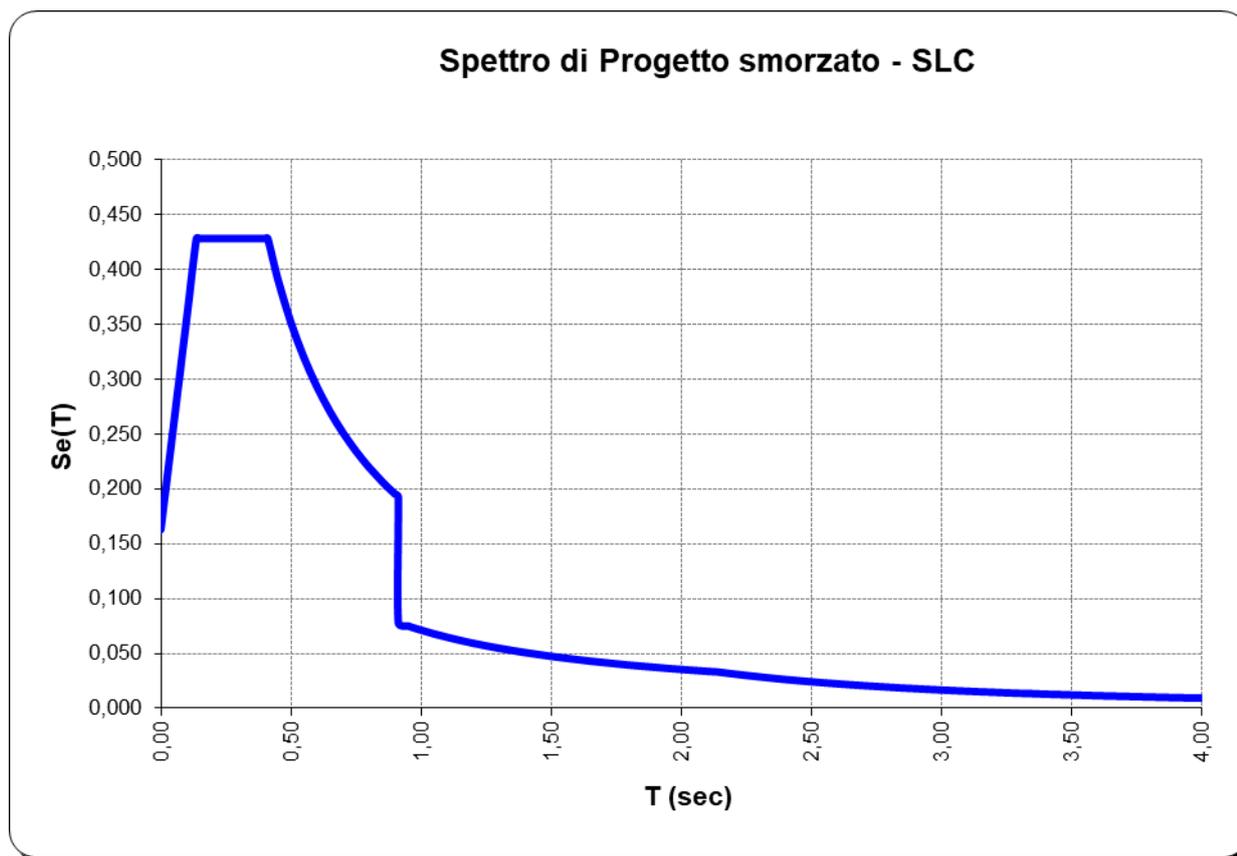


6.6 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO SMORZATO PER LO SLC

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta smorzato valutato per lo Stato Limite di Collasso (SLC):

PARAMETRI SISMICI	
a_g	0,136
F_0	2,626
T_C^*	0,292 sec
S_S	1,200
C_C	1,407
S_T	1,000
S	1,200
T_B	0,137 sec
T_C	0,411 sec
T_D	2,144 sec
T_{iso}	1,142 sec
ξ	0,554

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta smorzato per lo Stato Limite di Collasso:



7 LE CARATTERISTICHE DELL'OPERA

7.1 IL VIADOTTO

Il viadotto è stato progettato con un impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo a carreggiate separate ciascuna delle quali sorretta da n.3 travi a doppio "T" ad altezza variabile collegate fra loro da trasversi di tipo torsio-rigidi.

L'opera, a tre campate, è progettata con schema di trave continua a due campate e presenta luci di calcolo misurate in asse appoggio pari a **56,0 m + 56,0 m** oltre i retro-trave di **50 cm**.

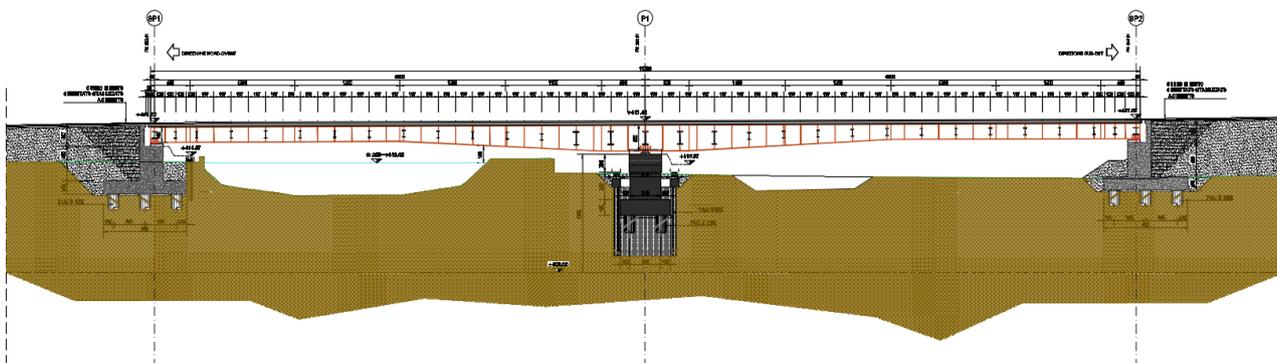


FIGURA 3 – SEZIONE LONGITUDINALE DEL VIADOTTO

In particolare l'impalcato presenta un'altezza di **180 cm** oltre soletta alle estremità (spalle) un'altezza di **300 cm** oltre soletta sulla pila (spalle).

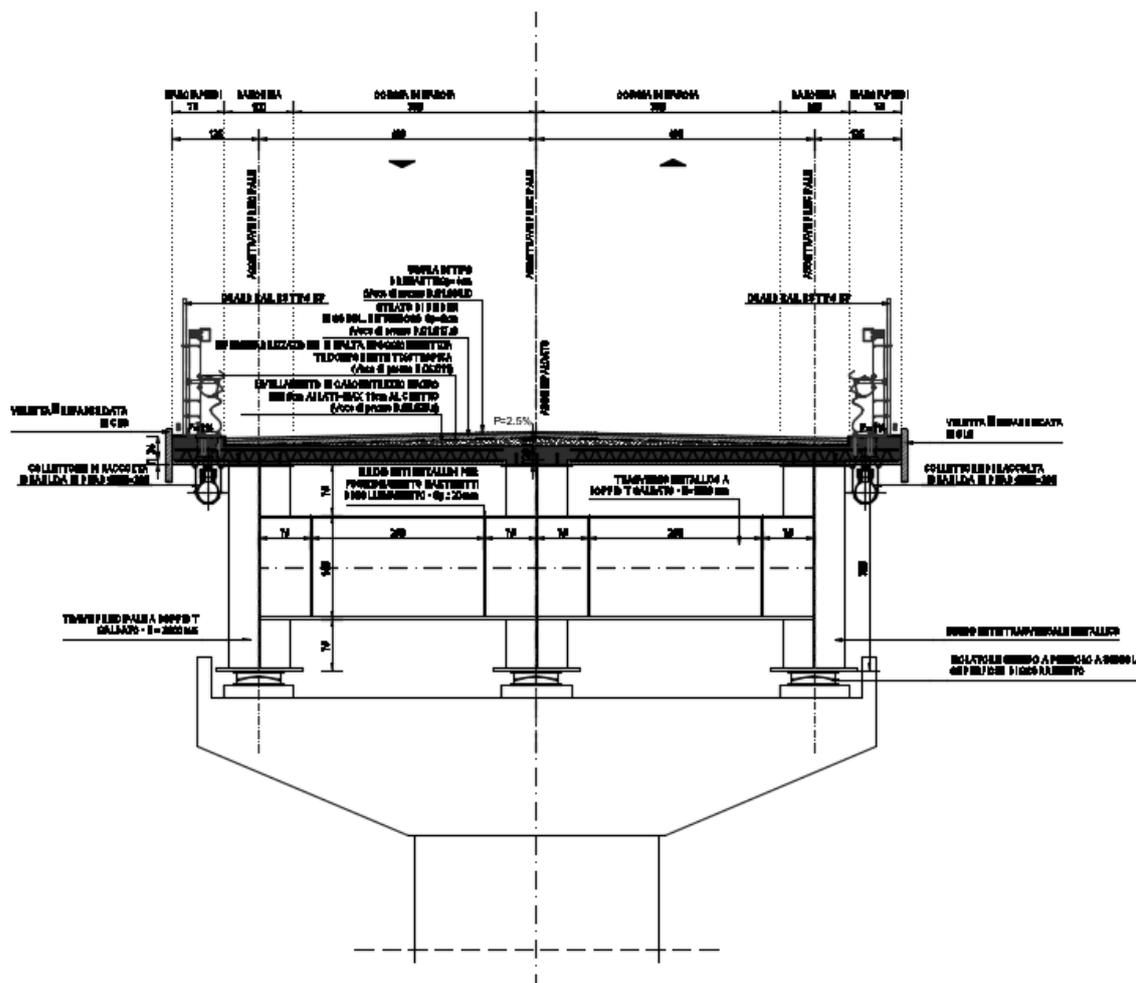


FIGURA 4 – SEZIONE TIPICA IMPALCATO (SU PILA)

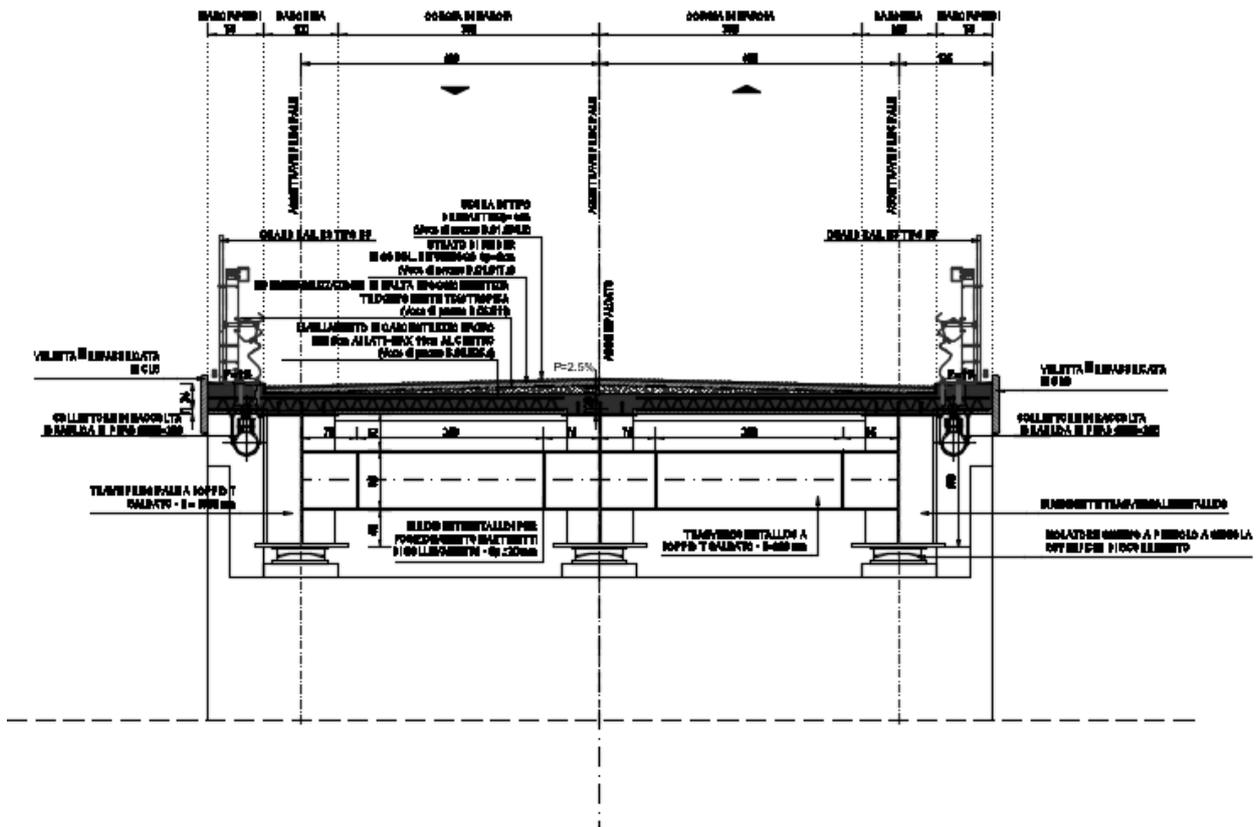


FIGURA 5 – SEZIONE TIPICA IMPALCATO (SU SPALLA)

Sulle pile dove è massimo il momento negativo e le piattabande inferiori, non vincolate, lavorano in compressione

Ai lati dell'impalcato sono presenti appositi cordoli di larghezza pari a **75 cm** sui quali è alloggiata la barriera bordo ponte tipo H3BP.

Tali cordoli proseguono sulle spalle.

7.2 LE SPALLE

Le spalle presentano un'altezza complessiva pari a **8,16 m** (massima quota del paraghiaia) e una larghezza totale pari a **10,50 m**.

Il paraghiaia, sagomato a schiena d'asino, presenta uno spessore pari a **50 cm** e un'altezza massima in asse pari a **2,66 m** (a partire dallo spiccato dal muro frontale).

Il muro frontale presenta un'altezza costante pari a **4,00 m**, con uno spessore pari a **2,70 m**.

I muri laterali posteriori presentano uno spessore pari a **75 cm** e un'altezza variabile (parallela alla livelletta stradale, con altezza massima pari a **6,57 m**).

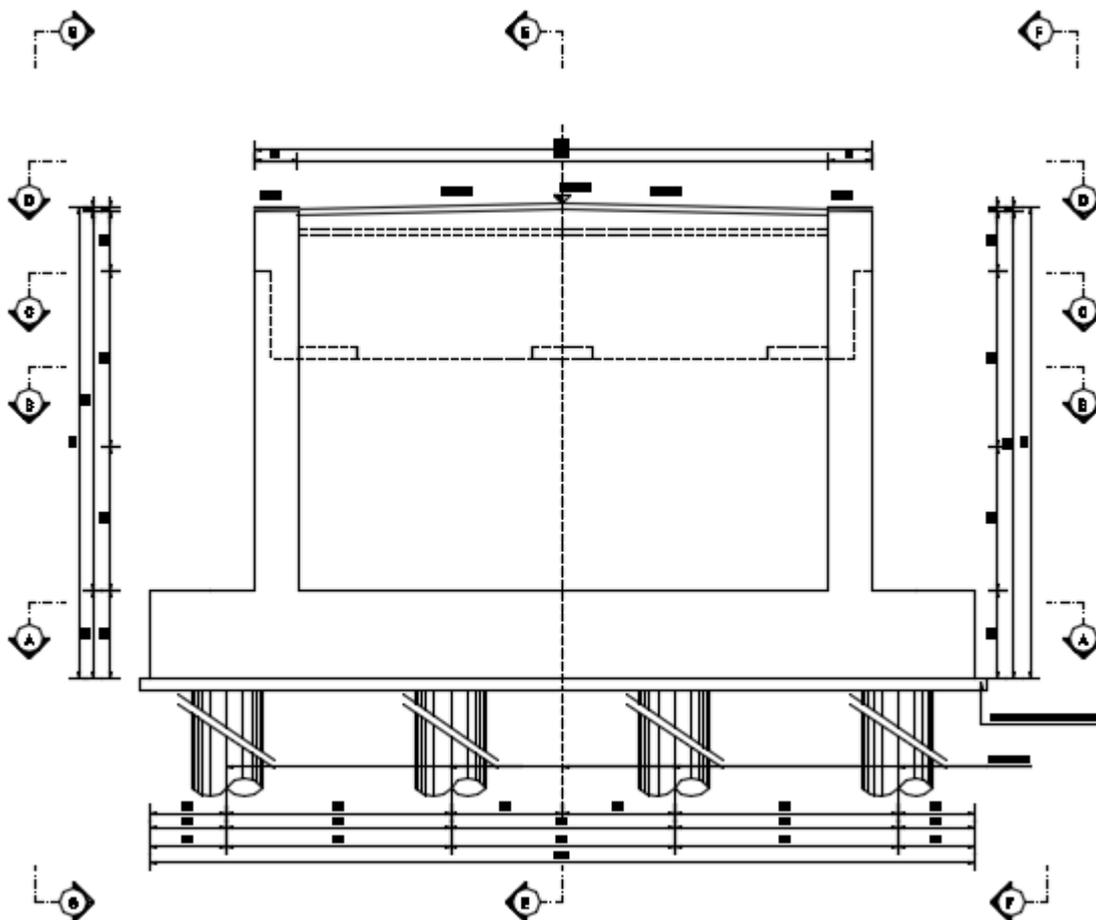


FIGURA 6 – VISTA FRONTALE DELLA SPALLA

La zattera di fondazione presenta una pianta rettangolare con dimensione parallela all'asse del ponte pari a **9,60 m** e dimensione perpendicolare all'asse del ponte pari a **14,00 m**. Lo spessore è pari a **150 cm**.

La zattera di fondazione poggia su **12** pali in cemento armato $\varnothing 1200$ di lunghezza pari a **21,00 m**.

I baglioli di appoggio presentano una pianta rettangolare **100 x 150 cm**, con uno spessore pari a **20 cm**.

Un apposito cuneo in misto cementato a tergo della spalla assicura l'assorbimento dei cedimenti differenziali tra l'opera flessibile in terra e quella rigida fondata su pali profondi.

7.3 LE PILE

La pila presenta un fusto circolare di diametro pari a **350 cm**, con un'altezza pari a **3,20 m**. Il pulvino, di forma tronco - piramidale, presenta un'altezza variabile da un minimo di **70 cm** (estremità laterali) a un massimo di **200 cm** (parte centrale), con uno spessore pari a **370 cm**.

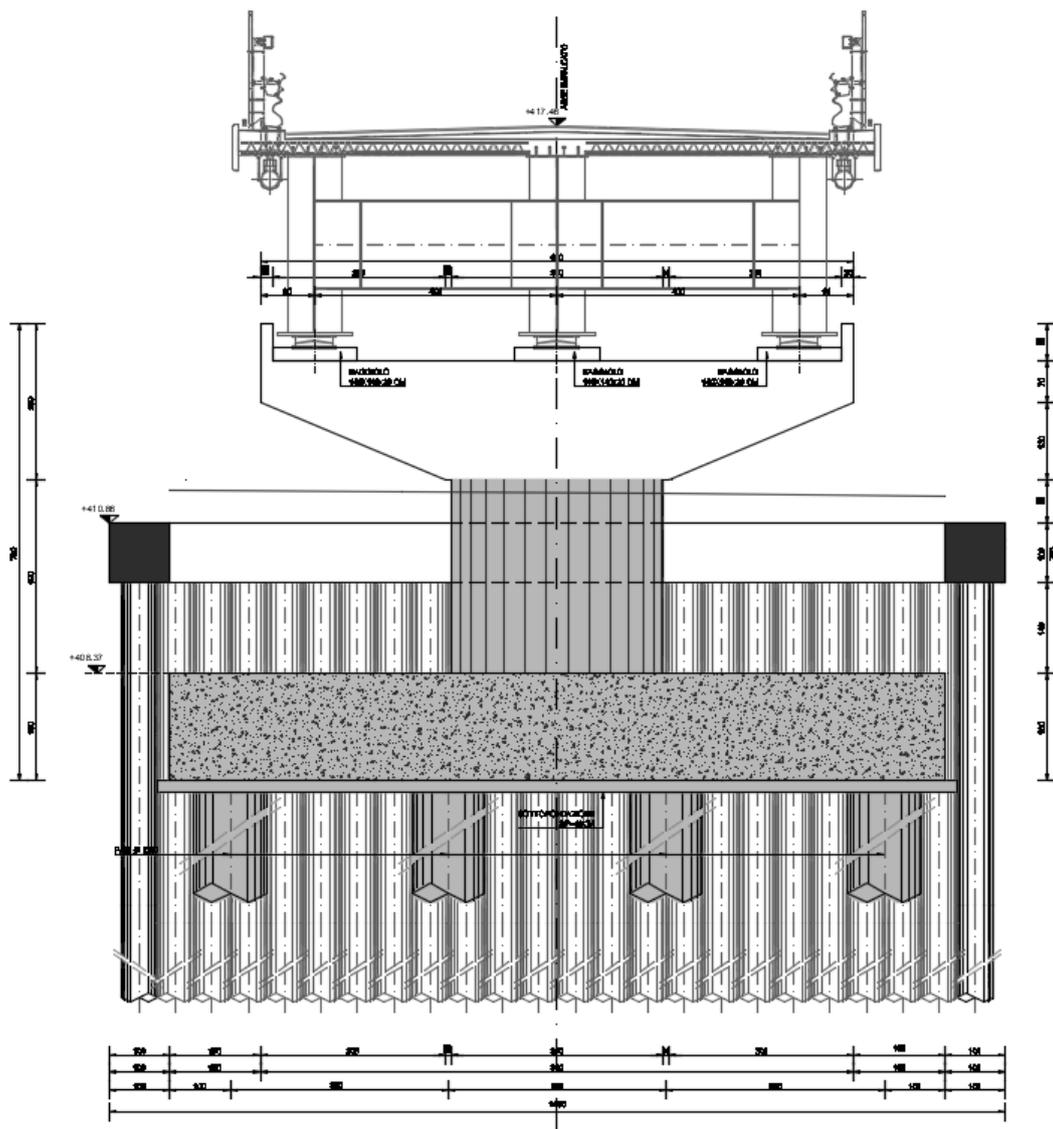


FIGURA 8 – VISTA FRONTALE DELLA PILA

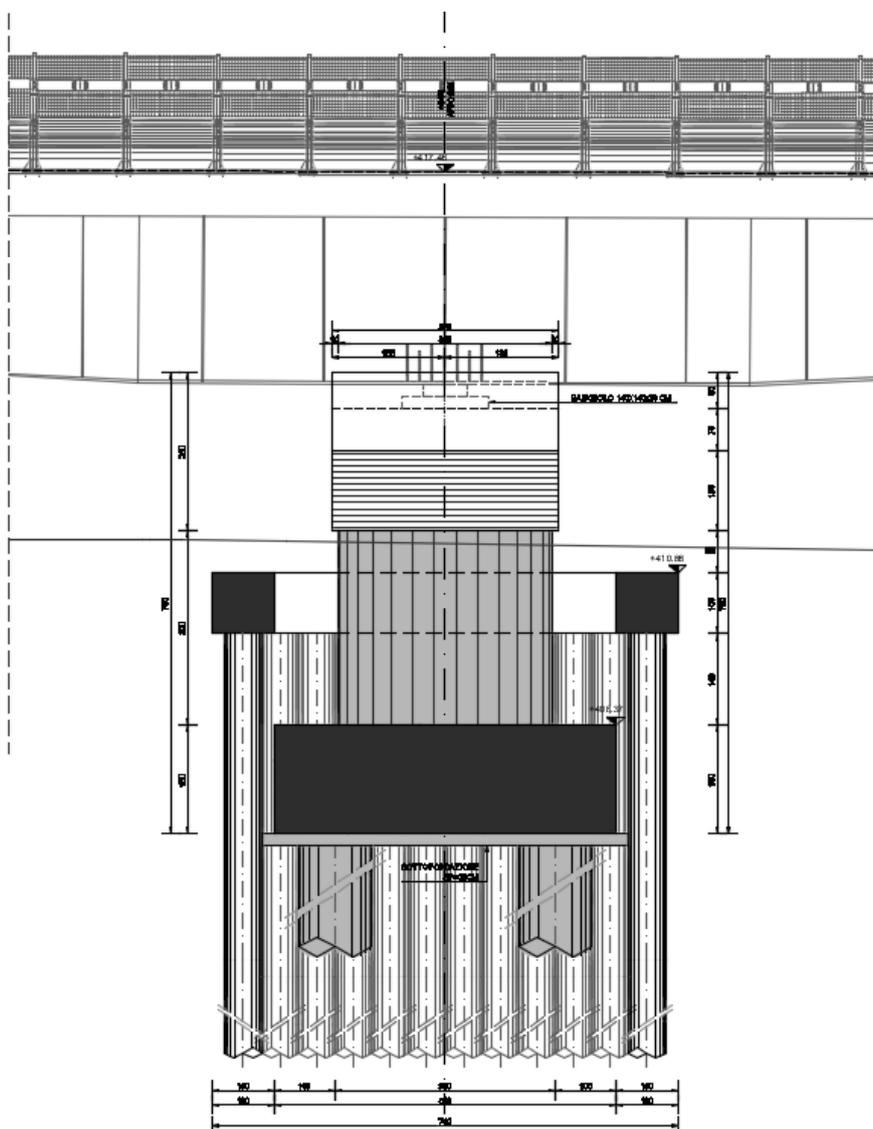


FIGURA 9 – VISTA LATERALE DELLA PILA

La zattera di fondazione presenta una pianta rettangolare con dimensione parallela all'asse del ponte pari a **5,60 m** e dimensione perpendicolare all'asse del ponte pari a **12,80 m**. Lo spessore è pari a **180 cm**.

La zattera di fondazione poggia su **8** pali in cemento armato **Ø1200** di lunghezza pari a **32,00 m**.

A protezione della zattera di fondazione dall'eventuale scalzamento prodotto dall'esonazione dei corsi d'acqua adiacenti, è stata prevista la realizzazione di una corona rettangolare di pali **Ø600** tangenti (al perimetro della zattera), di lunghezza pari a **12,00 m**, sormontati da un cordolo di testa a sezione quadrata di lato pari a **100 cm**.

I baggioli di appoggio presentano una pianta rettangolare **100 x 150 cm**, con uno spessore pari a **20 cm**.

7.4 DISPOSITIVI DI APPOGGIO E ISOLAMENTO

Alla sommità delle pile e spalle sono disposti apparecchi di appoggio antisismici costituiti da isolatori a pendolo a singola superficie di scorrimento.

Gli isolatori sono caratterizzati da una elevata rigidità verticale, una ridotta rigidità orizzontale e una modesta capacità dissipativa; queste caratteristiche consentono, rispettivamente, di sostenere i carichi verticali senza apprezzabili cedimenti, di contenere gli spostamenti sismici orizzontali dell'impalcato e aumentare i periodi di vibrazione dell'impalcato in modo da limitare le forze dinamiche orizzontali trasmesse dall'impalcato alle pile/spalle.

Le caratteristiche di progetto degli isolatori sono riportate nelle seguenti tabelle:

ISOLATORI TIPO 1 – SPALLE

ISOLATORE SISMICO A PENDOLO A SINGOLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO - TIPO 1			
DIAMETRO DELL'ISOLATORE (ESCLUSI GLI ELEMENTI DI ANCORAGGIO)		D [mm]	470
LUNGHEZZA DEL LATO DEL QUADRATO CHE CIRCOSCRIVE L'ISOLATORE (INCLUSI GLI ELEMENTI DI ANCORAGGIO)		Z [mm]	490
MASSIMA DIMENSIONE DELL'ISOLATORE		Y [mm]	640
ALTEZZA DELL'ISOLATORE		H [mm]	113
RAGGIO DI CURVATURA EQUIVALENTE		R [mm]	2500
SLU		SLC	
CARICO MASSIMO VERTICALE [kN]	3.104	CARICO MASSIMO VERTICALE [kN]	1.009
MASSIMO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	±55	MASSIMO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	±150
ROTAZIONE MASSIMA [rad]	±0,03	ROTAZIONE MASSIMA [rad]	±0,03
		COEFFICIENTE DI ATTRITO NOMINALE [rad]	0,0705-0,0720

ISOLATORI TIPO 2 – PILE

ISOLATORE SISMICO A PENDOLO A SINGOLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO - TIPO 1			
DIAMETRO DELL'ISOLATORE (ESCLUSI GLI ELEMENTI DI ANCORAGGIO)		D [mm]	640
LUNGHEZZA DEL LATO DEL QUADRATO CHE CIRCOSCRIVE L'ISOLATORE (INCLUSI GLI ELEMENTI DI ANCORAGGIO)		Z [mm]	690
MASSIMA DIMENSIONE DELL'ISOLATORE		Y [mm]	890
ALTEZZA DELL'ISOLATORE		H [mm]	158
RAGGIO DI CURVATURA EQUIVALENTE		R [mm]	2500
SLU		SLC	
CARICO MASSIMO VERTICALE [kN]	8.798	CARICO MASSIMO VERTICALE [kN]	4.333
MASSIMO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	±55	MASSIMO SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	±150
ROTAZIONE MASSIMA [rad]	±0,03	ROTAZIONE MASSIMA [rad]	±0,03
		COEFFICIENTE DI ATTRITO NOMINALE [rad]	0,0460-0,0472