

E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGENGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i></p> <p>Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2687</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone n. 750A</p>	<p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Festa</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i></p> <p>ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

OPERE D'ARTE MAGGIORI
Asse collegamento Palazzo del Pero
VI.09 – Viadotto Fiumicello
Relazione di calcolo delle fondazioni

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV.PROG ANNO</p>	<p>NOME FILE</p> <p>S01VI09GETRE01_B</p>	<p>REVISIONE</p>	<p>SCALA</p>
<p>DPFI508 D 23</p>	<p>CODICE ELAB. S01VI09GETRE01</p>	<p>B</p>	<p>-</p>
<p>D</p> <p>C</p>			
<p>B</p> <p>A</p>	<p>Revisione a seguito Istruttoria n°U. 0016028.09-01-2024</p> <p>Emissione</p>	<p>Gennaio '24</p> <p>Agosto '23</p>	<p>Cassarini Bordugo Guiducci</p> <p>Cassarini Bordugo Guiducci</p>
<p>REV.</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REDATTO VERIFICATO APPROVATO</p>

INDICE

1. PREMESSA.....	2
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA.....	2
2. CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	5
3. CARATTERISTICHE MATERIALI.....	7
3.1. CALCESTRUZZO SOTTOSTRUTTURE.....	7
3.2. ACCIAIO PER CARPENTERIA.....	7
4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	8
5. VERIFICA DI PORTANZA DEL PALO DI FONDAZIONE.....	9
6. ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (CAP.10.2 NTC2018).....	14

1. PREMESSA

Nella presente relazione di calcolo viene descritta la procedura seguita per il progetto e la verifica degli elementi strutturali principali costituenti l'opera d'arte denominata "VI.09 - Viadotto Fiumicello", ricadente nell'ambito della progettazione definitiva dell'intervento **E78 GROSSETO – FANO - TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45) – PALAZZO DEL PERO – 1° LOTTO (F1508)**.

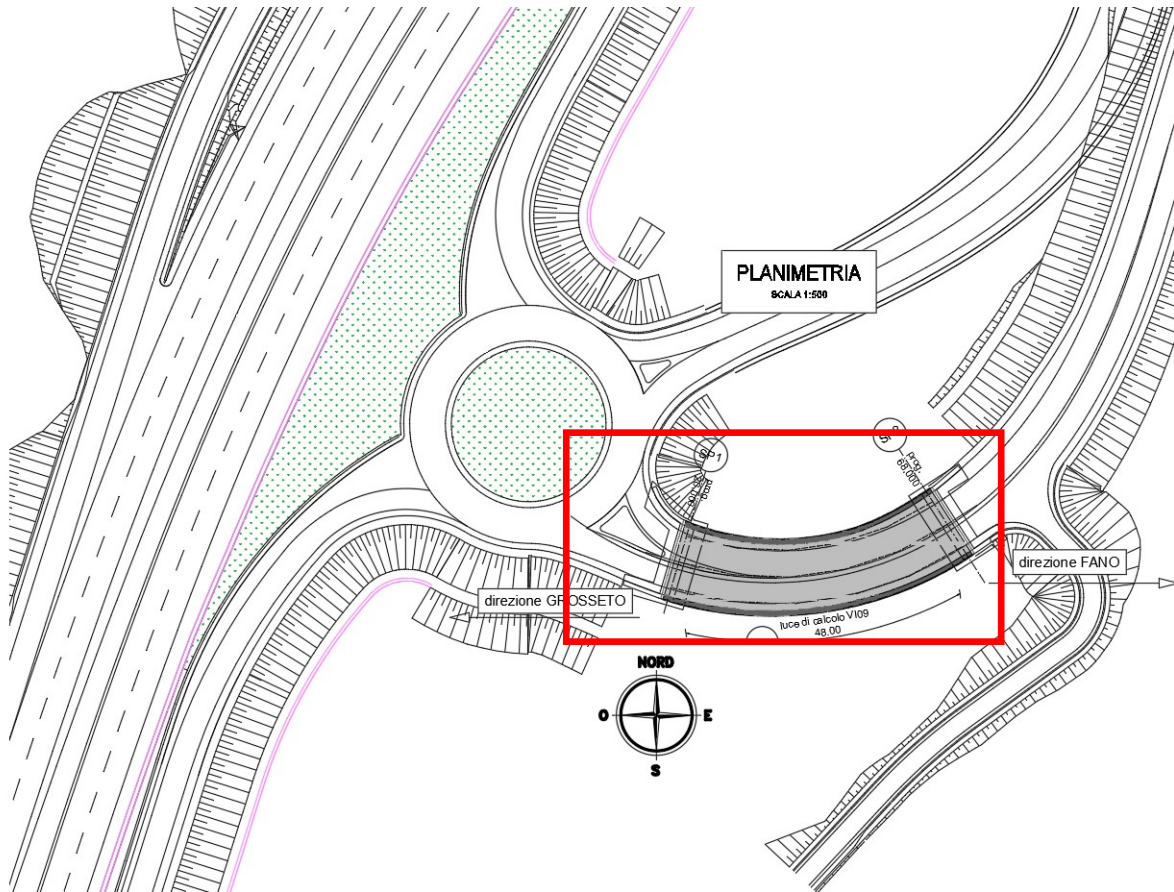


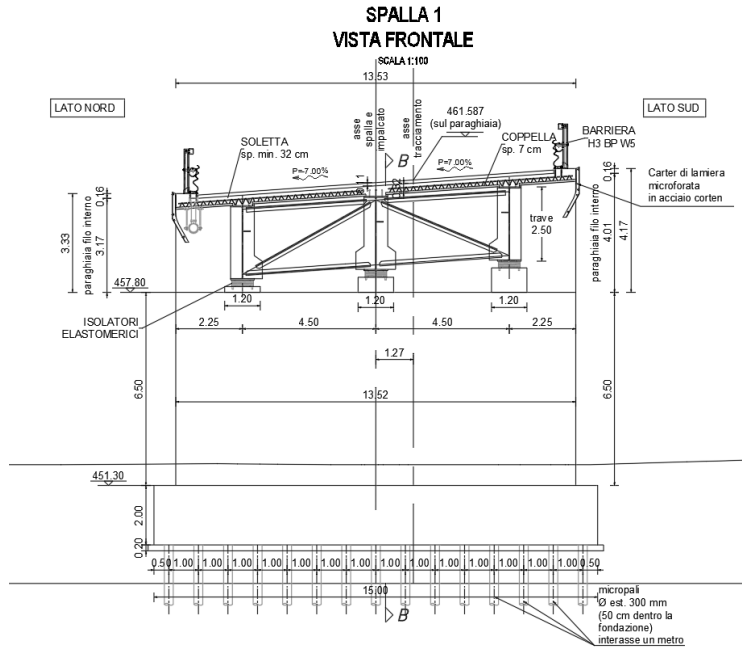
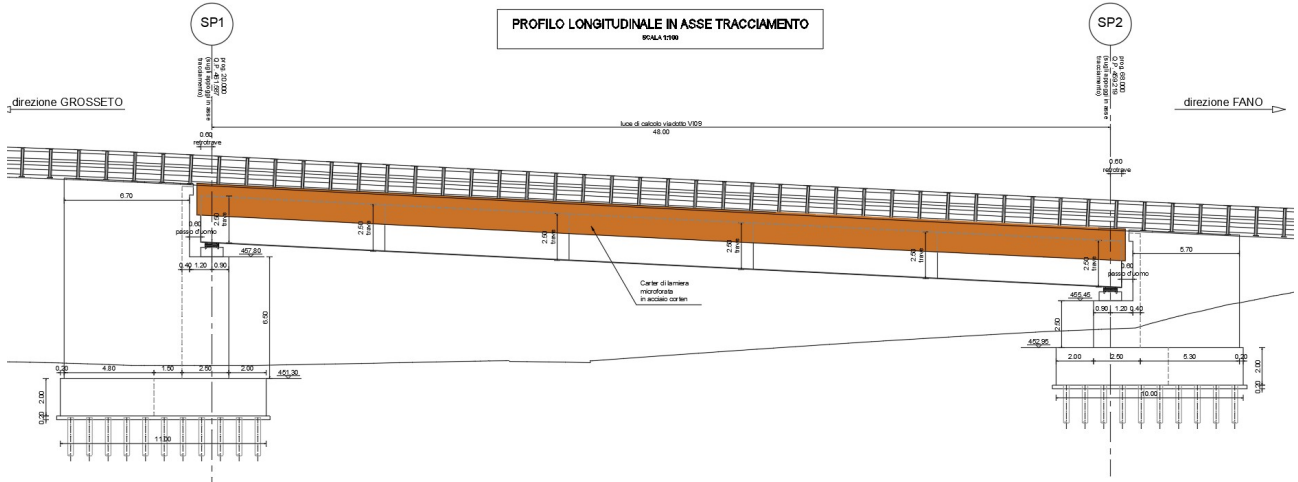
Figura 1.1 Corografia

1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA

L'opera d'arte è rappresentata da un viadotto costituito da 1 campata, con luce di calcolo pari a 48.00m, per uno sviluppo complessivo di 49.20m.

L'impalcato, in sezione mista acciaio – cls, è realizzato secondo uno schema statico di trave in semplice appoggio.

La sezione trasversale, di larghezza complessiva 13.53m al netto delle velette, è costituita da 3 travi in composizione saldata ad anima piena di altezza costante pari a 2.50m, poste ad interasse di 4.50m, collegate da traversi reticolari aventi un interasse pari a 4.00m.



SPALLA 2
VISTA FRONTALE
SCALA 1:100

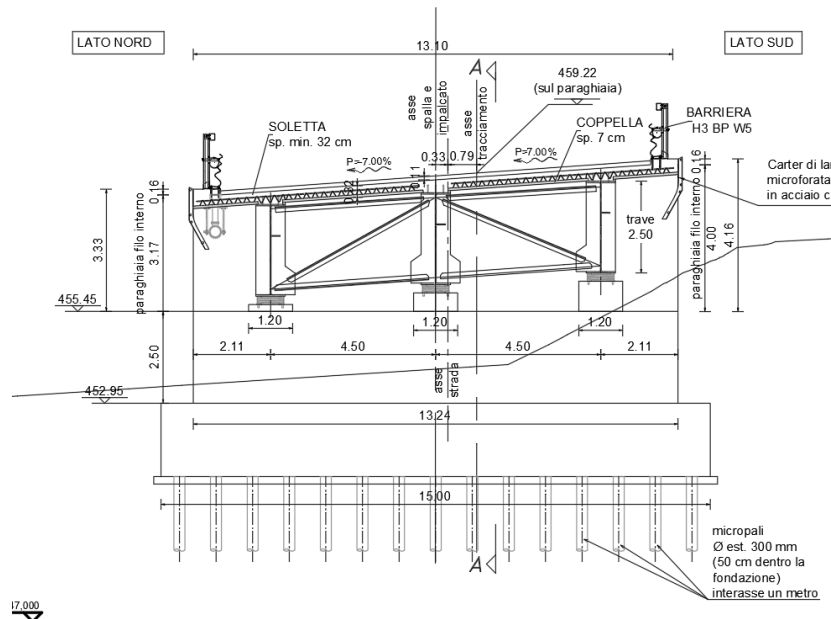


Figura 1.2 Prospetto longitudinale e sezioni trasversali

L'impalcato è costituito da una soletta in c.a. composta di lastre predalles e calcestruzzo gettato in opera per uno spessore complessivo pari a 25+7cm, resa collaborante con le travi principali per mezzo di connettori tipo Nelson; sono previsti, inoltre, dei controventi orizzontali (*attivi solo nella fase di varo della carpenteria metallica*) a livello di intradosso delle piattabande superiori delle travi principali.

Infine, l'impalcato è completato dalle opere di finitura e sicurezza quali binder, tappeto di usura e barriere del tipo H3 BP W5 ancorate su appositi cordoli laterali gettati sempre in opera.

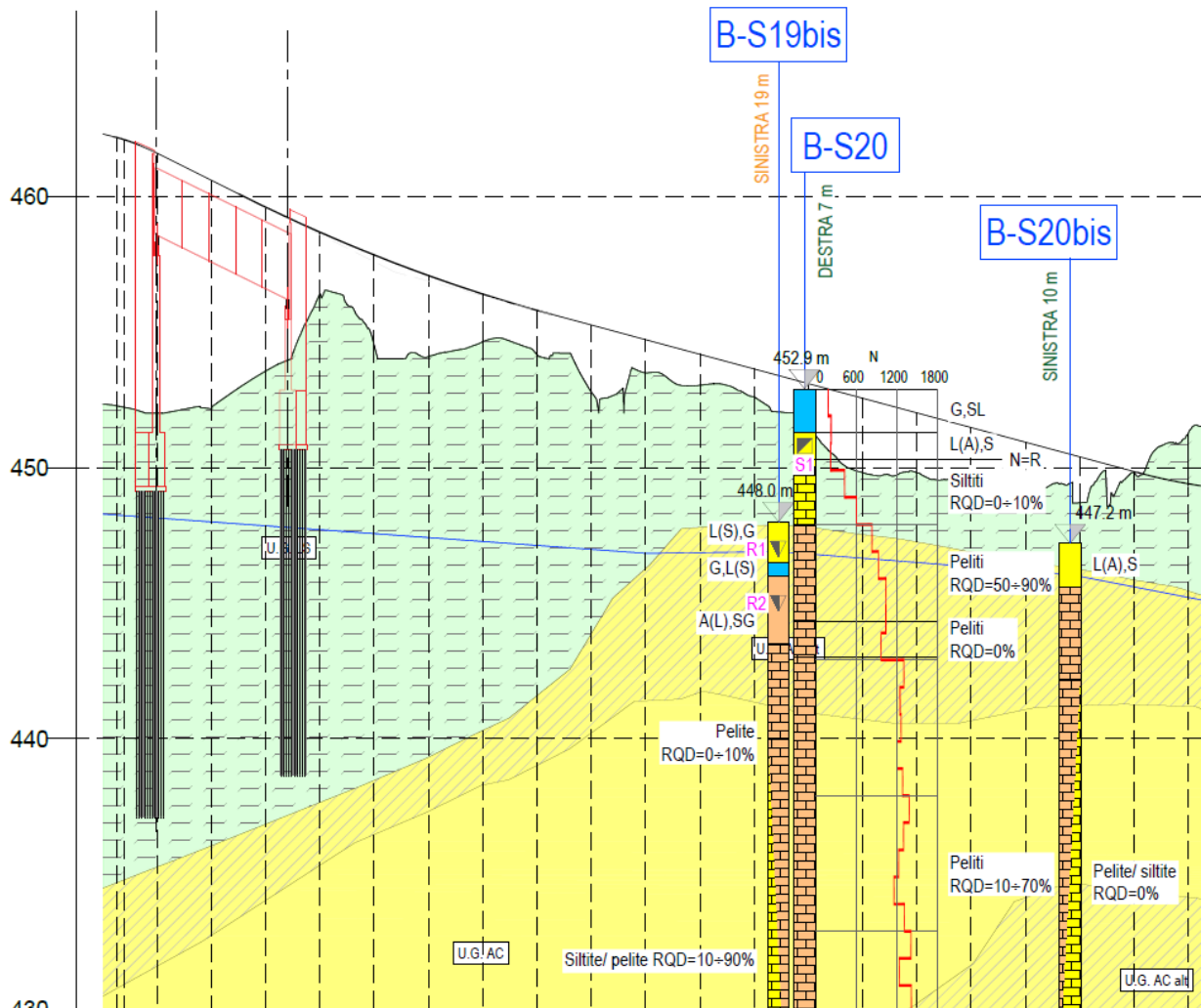
Le spalle sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera e sono fondate su micropali di diametro Ø300mm.

Per quanto riguarda, invece, lo schema degli appoggi, al fine di limitare le azioni sismiche trasferite dall'impalcato alle sottostrutture, si è previsto l'utilizzo di isolatori elastomerici ad alto smorzamento viscoso equivalente.

2. CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Per le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni in sito si è fatto riferimento al seguente modello geotecnico.

Limi sabbiosi (valori minimi a favore di sicurezza)



LEGENDA

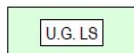
UNITA' GEOTECNICHE



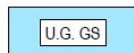
UNITA' GEOTECNICA RIPORTI



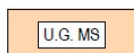
UNITA' GEOTECNICA FRANE



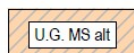
UNITA' GEOTECNICA LIMI SABBIOSI



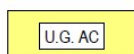
UNITA' GEOTECNICA GHIAIE SABBIOSE



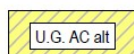
UNITA' GEOTECNICA MARNE DI SAN POLO (GSI=38+40, $\sigma_c=7+10$)



UNITA' GEOTECNICA MARNE DI SAN POLO ALTERATA



UNITA' GEOTECNICA ARENARIE DEL CERVAROLA (GSI=35+40, $\sigma_c=7+10$)



UNITA' GEOTECNICA ARENARIE DEL CERVAROLA ALTERATA

Unità geotecnica	Unità geologica	γ/γ' (kN/m ³)	Variabilità parametri			Valori caratteristici			q_s per micropali tipo IGU (kPa)	V_s (m/s)	G_0 (MPa)	ν (-)	Valori di deformabilità di riferimento			
			ϕ' (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	$c_{u,k}$ (kPa)					$M_{fond. Dir.}$ (MPa)	$E_{fond. Dir.}$ (MPa)	$E_{fond. Prof.}$ (MPa)	$E_{substr.}$ (MPa)
R	r	20/10	26+35	0+10	-	35	0	-	100	200	80	0.25	-	20	30	-
FN	fn	19.5/9.5	20+30	0+10	-	20+26	0+5	-	60	100+200	20+80	0.30	-	6+10	9+15	-
LS	at	19.5/9.5	24+28	10+30	40+60	26	10	50	-	200+400	80+300	0.30	4+20	3+16	8+30	-
GS	at	19.5/9.5	27+32	0	-	30	0	-	100+150	200+400	80+300	0.30	-	10+15	15+22	-
MS alt	ms	19.5/9.5	24+32	10+80	-	28	10+50*	-	200+400	200+700	80+1000	0.20	-	20+240	25+300	-
MS	ms	23/13	24+32	80+200	-	28	100	-	400+600	700+1000	1100+2300	0.20	-	-	-	1100+1400
AC alt	ac	19.5/9.5	25+35	10+80	-	30	10+50*	-	200+400	200+700	80+1000	0.20	-	20+240	25+300	-
AC	ac	23/13	25+35	80+210	-	32	90	-	400+600	700+1000	1100+2300	0.20	-	-	-	1100+1400

*Valore che incrementa con la profondità

Si adotta per il calcolo della portanza, a favore di sicurezza, il valore minimo per $q_s = s = 70$ Kpa = 0.07 Mpa di Limi sabbiosi.

Per Klaterale del micropalo si è assunto:

$$K_{lat} = K_{vert}/10 \cong 50 \text{ MN/mc}$$

$$K_{vert} = N_{sle} / D_z / A \cong 547 \text{ MN/mc}$$

Le fasi realizzative prevedono la realizzazione prima delle opere provv. e di fondazione a valle. Quindi ultimato il nuovo viadotto a valle si iniziano le lavorazioni provv. per eseguire le fondazioni a monte: tale successione di fasi consente di ridurre le reali interferenze e di considerare non più agenti i tiranti ed i micropali delle opere provv. a valle in fase di esecuzione delle opere a monte. Le geometrie sia in fase provv. sia in fase definitiva sono state verificate in tali presupposti.

Limi sabbiosi

$$\phi' = 24^\circ$$

$$c_u = 0$$

$$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



3. CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1. CALCESTRUZZO SOTTOSTRUTTURE

Conglomerato cementizio per pali di fondazione:

- Classe di resistenza C32/40
- Classe di esposizione XA2

3.2. ACCIAIO PER CARPENTERIA

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio patinabile a resistenza alla corrosione migliorata:
tipo S355J2W - per elementi saldati per spessori $t \leq 40$ mm;
tipo S355K2W per elementi saldati per spessori $t > 40$ mm;
tipo S355J2W - per elementi non saldati, piastre sciolte ed angolari

Gli acciai con spessori $t \leq 40$ mm devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione
- S355 $f_t \geq 510$ MPa
- tensione di snervamento $f_y \geq 355$ MPa
- S355 $f_y \geq 355$ MPa
- modulo elastico $E_s = 210.000$ MPa
- Gli acciai con spessori $t > 40$ mm devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:
- tensione di rottura a trazione
- S355 $f_t \geq 470$ MPa
- tensione di snervamento $f_y \geq 355$ MPa
- S355 $f_y \geq 335$ MPa
- modulo elastico $E_s = 210.000$ MPa

Vengono considerati elementi di carpenteria, quindi caratterizzati dalle specifiche soprariportate anche le predalle metalliche, gli elementi di interfaccia e collegamento degli apparecchi di appoggio.

L'assemblaggio dei conci delle travi principali sarà realizzato mediante giunzioni saldate, secondo quanto riportato negli elaborati progettuali.

4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda la vita nominale, con riferimento al par. 2.4.1 e alla tabella 2.4.I del D.M. 17/1/2018, qui riportata, si farà riferimento alla cat. 3, assumendo una vita nominale pari a $V_N = 50$ anni.

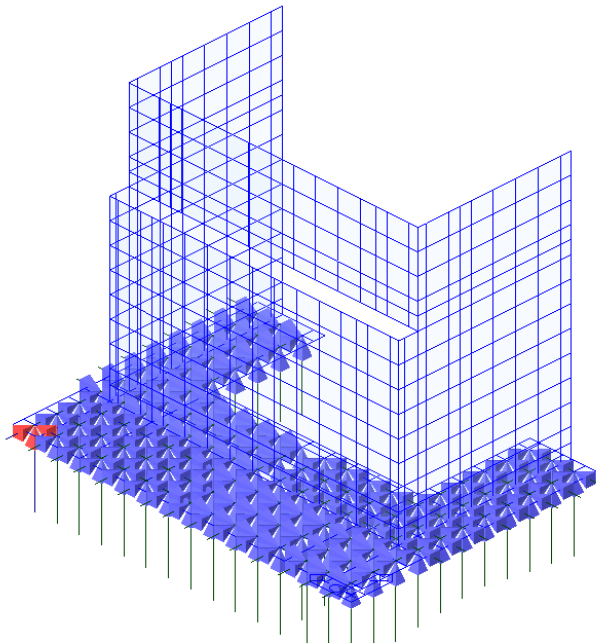
Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La classe d'uso è la IV cui corrisponde un coefficiente d'uso $CU=2$

5. VERIFICA DI PORTANZA DEL PALO DI FONDAZIONE

Le azioni maggiori sui micropali si trovano sulle spalle e sono stati ricavati dal modello di calcolo della spalla. Si riportano di seguito le azioni di taglio e assiali ricavate dal modello di calcolo della spalla.



Midas Gen	
POST-PROCESSOR	
REACTION FORCE	
FORCE-XYZ	
MIN. REACTION	
NODE=2562	
FX: 102.48	
FY: -83.34	
FZ: 324.18	
FXYZ: 350.06	
MAX. REACTION	
NODE=2525	
FX: 107.56	
FY: 74.29	
FZ: 470.28	
FXYZ: 488.11	
CBALL: EN SLU+SL-	
MAX : 2525	
MIN : 2562	
FILE: VI09 SPALLA	
UNIT: kN	
DATE: 08/01/2023	
VIEW-DIRECTION	
X: -0.612	
Y: -0.612	
Z: 0.500	

Figura 5.3 sollecitazioni agenti nei micropali in combinazione di involuppo

Di seguito si riporta la verifica del micropalo nella combinazione peggiore:

SLU

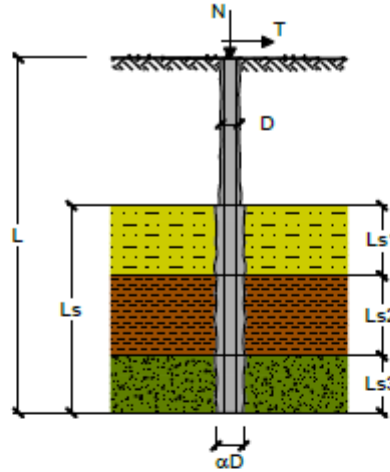
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: 581_Ver_Micropali_D300_V09_SLU_v1

DATI DI INPUT:

Selelezioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	348,89	0,00	471,00
T (kN)	79,00	0,00	106,65



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_s	γ_{smax}	
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,45	1,60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,15	1,25	
	SISMA	<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,15	1,25	
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1,35	1,35	1,15	1,25

n	1	2	3	4	5	7	≥10	DM88	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): **0,3 (m)**

Lunghezza del micropalo (L): **18,00 (m)**

Armatura:

IPE INP HEA HEB HEM Tubi ALTRO

ø219,1 x 10,0

Area dell'armatura (A_{arm}): **6569 (mm²)**

Momento di Inerzia della sezione di armatura (J_{arm}): **3,598E+07 (mm⁴)**

Modulo di resistenza della sezione di armatura (W_{arm}): **328 475 (mm³)**

Tipo di acciaio: **S 355 (Fe 510)**

Tensione di snervamento dell'acciaio (f_y): **355 (N/mm²)**

Coefficiente Parziale Acciaio γ_M : **1,05**

Tensione ammissibile dell'acciaio (σ_{am}): **338 (N/mm²)**

Modulo di elasticità dell'acciaio (E_{arm}): **210 000 (N/mm²)**

PROGETTAZIONE ATI:

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 50,0 (MN/m³)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot Is_i$$

Tipo di Terreno	Spessore Is_i (m)	α (-)	$Ds_i = \alpha \cdot D$ (m)	s_i media (MPa)	s_i minima (MPa)	s_i calcolo (MPa)	Qs_i (kN)
	16,00	1,10	0,33	0,070	0,070	0,036	593,93
	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00

$Ls = 16,00$ (m) $Ql = 593,93$ (kN)

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta \cdot Ql \quad (\text{consigliato } 10\text{-}15\%)$$

$\% Punta = 15\%$ $Qp = 89,09$ (kN)

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + Ql$$

$Qlim = 683,02$ (kN)

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$Fs = 1,45$

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): 10,96 (N/mm²)

$$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0,5} \quad \eta = Pk / N \quad (\text{consigliato } \eta > 10)$$

$Pk = 18197,13$ (MN) $\eta = 38,63$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):
 (ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0,839$ (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 63,53$ (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 265,12$ (N/mm²) $\sigma_{min} = -121,72$ (N/mm²)

$\tau = 32,47$ (N/mm²)

$$\sigma_{td} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0,5}$$

$\sigma_{td} = 271,02$ (N/mm²) verifica soddisfatta

SLV

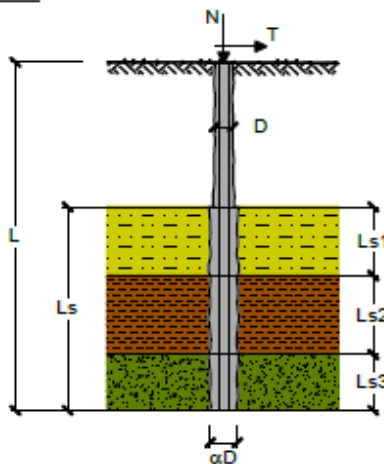
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: 581_Ver_Micropali_D300_VI9_SLV_v1

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	466,00	0,00	466,00
T (kN)	131,75	0,00	131,75



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_s	γ_{smax}
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,45	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,15	1,25
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,15	1,25
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista						
		<input type="radio"/>	1,35	1,35	1,15	1,25

n	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	DM88	prog.
ξ_{ϕ}	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_s	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0,3 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 18,00 (m)

Armatura:

IPE INP HEA HEB HEM Tubi ALTRO

ø219,1 x 10,0

Area dell'armatura (A_{arm}): 6569 (mm²)

Momento di inerzia della sezione di armatura (J_{arm}): 3,598E+07 (mm⁴)

Modulo di resistenza della sezione di armatura (W_{arm}): 328 475 (mm³)

Tipo di acciaio: S 355 (Fe 510)

Tensione di snervamento dell'acciaio (f_y): 355 (N/mm²)

Coefficiente Parziale Acciaio γ_M : 1,05

Tensione ammissibile dell'acciaio (σ_{adm}): 338 (N/mm²)

Modulo di elasticità dell'acciaio (E_{arm}): 210 000 (N/mm²)

PROGETTAZIONE ATI:



Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 50,0 (MN/m³)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot Is_i$$

Tipo di Terrano	Spessore Is_i (m)	α (-)	$Ds_i = \alpha \cdot D$ (m)	s_i media (MPa)	s_i minima (MPa)	s_i calcolo (MPa)	Qsi (kN)
	16,00	1,10	0,33	0,070	0,070	0,036	593,93
	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00

$Ls = 16,00$ (m) $Ql = 593,93$ (kN)

Capacità portante di punta

$Qp = \%Punta \cdot Ql$ (consigliato 10-15%)

$\% Punta = 15\%$ $Qp = 89,09$ (kN)

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$Qlim = Qb + Ql$

$Fs = Qlim / N$ ($Fs > 1$)

$Qlim = 683,02$ (kN)

$Fs = 1,47$

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): 10,96 (N/mm²)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0,5}$

$\eta = Pk / N$ (consigliato $\eta > 10$)

$Pk = 18197,13$ (MN)

$\eta = 39,05$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):
 (ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0,839$ (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 78,49$ (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$

$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$

$\sigma_{max} = 309,88$ (N/mm²)

$\sigma_{min} = -168,00$ (N/mm²)

$\tau = 40,11$ (N/mm²)

$\sigma_{ed} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0,5}$

$\sigma_{ed} = 317,57$ (N/mm²)

verifica soddisfatta

La verifica di portanza è, pertanto, soddisfatta.

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



6. ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (CAP.10.2 NTC2018)

Verifica dei risultati

Nel corso della progettazione sono state effettuate continue validazioni dei valori delle sollecitazioni, nei diversi elementi strutturali, emersi dal calcolo e delle verifiche condotte dal post processore del programma MIDAS CIVIL 2020 ver.3.2: tali calcolazioni di controllo sono state condotte con metodi consolidati della scienza delle costruzioni o con l'ausilio di altri software o fogli di calcolo.

Giudizio motivato di accettabilità

Dalle verifiche effettuate e sopra descritte appare evidente l'accettabilità dei risultati ottenuti, in quanto i valori qui determinati risultano sovrapponibili a quelli emersi dal calcolo effettuato con l'ausilio del software.