

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Sironi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 Settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>coopprogetti</p> <p>engeko Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

PROGETTO STRADALE

Segnaletica e Barriere di Sicurezza: Asse principale, Svincoli e viabilità locale
Pannello a messaggio variabile – Relazione fondazioni

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00PS00STRRE02A.				
D	D	22	T00PS00STRRE02			A	-
D							
C							
B							
A	Emissione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023		Febbraio'23	Vitello	Signorelli	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	MATERIALI	5
3.1	ACCIAIO	5
3.2	ACCIAIO B450C (ARMATURA LENTA)	6
3.3	ACCIAIO MICROPALI	6
3.4	CALCESTRUZZO MAGRO	6
3.5	CALCESTRUZZO PER PLINTO CONFORME UNI EN 206-1	6
3.6	MISCELE CEMENTIZIE PER GETTO MICROPALI	6
4	SISMA	7
4.1	VITA NOMINALE	7
4.2	CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	7
4.3	AZIONI DI PROGETTO.....	8
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	11
5.1	DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA.....	11
6	PROGRAMMA DI CALCOLO.....	11
7	PANNELLO A MESSAGGIO VARIABILE	12
7.1	PESO PROPRIO.....	12
7.2	AZIONE DEL VENTO.....	14
7.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	17
7.4	SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO	19
7.5	VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI.....	20

1 **PREMESSA**

La presente relazione concerne la verifica delle fondazioni del portale di segnaletica adottato per la S.G.C. E78 Grosseto - Fano – tratto Selci lama (E/45) - S.Stefano di Gaifa - adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest - Mercatello sul Metauro Est (lotto 4°).

Viene eseguito il calcolo della fondazione dei pannelli a messaggio variabile ubicati alla pk 1+200.00 e alla pk 2+675.00.

Il portale è costituito da un elemento verticale posto al margine stradale che sostiene uno sbraccio posto al di sopra della carreggiata stradale sul quale sono vincolati i cartelli di indicazione. La struttura principale è realizzata in acciaio, con profili laminati a sezione cava più elementi secondari di varia sezione, cava e aperta. Le giunzioni tra gli elementi sono realizzate con bullonature e saldature.

La fondazione del portale sarà realizzata mediante un plinto su n. 8 micropali di diametro Ø300 lunghi 11.20m, armati con un tubolare in acciaio S355 Ø219.1 sp. 10mm di lunghezza pari a 12.0m. Per la verifica della carpenteria del portale si veda la specifica relazione codice elaborato T00PS00STRRE01_A.

Si riportano la carpenteria e l'armatura del plinto di fondazione:

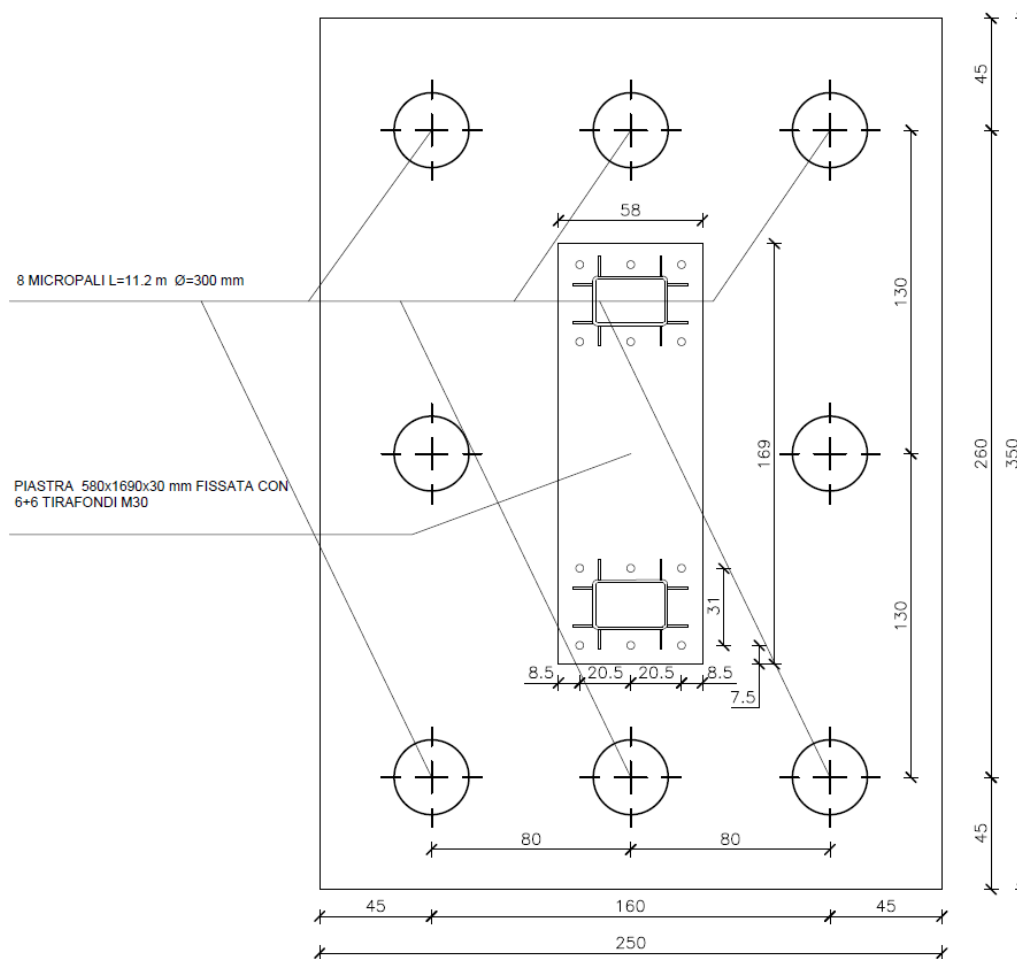


Figura 1-1 Pannello a messaggio variabile – Plinto di fondazione - Carpenteria

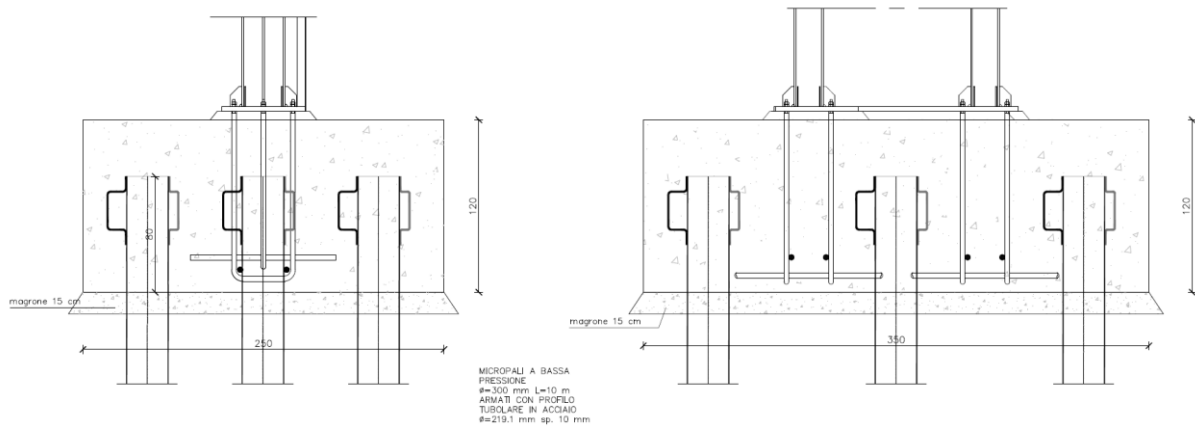


Figura 1-2 Pannello a messaggio variabile – Plinto di fondazione - armatura

Per maggiori dettagli riguardo la carpenteria del portale si veda la specifica tavola codice elaborato T00PS00STRCP01A.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

3 MATERIALI

3.1 ACCIAIO

Piastra di base e nervature - Rif. NTU 11.3.4.1; 11.3.4.5

qualità dell' acciaio per la piastra
 spessore della piastra (30mm+20mm di contropiastra)

S 275	
s =	50,00 mm
f _{yk} =	275 N/mm ²
f _{tk} =	430 N/mm ²

qualità dell'acciaio per le nervature
 spessore delle nervature

S 275	
s =	20,00 mm
f _{yk} =	275 N/mm ²
f _{tk} =	430 N/mm ²

Per carpenteria metallica - Rif. NTU 11.3.4.1

modulo elastico
 modulo di elasticità trasversale
 coefficiente di Poisson
 coefficiente di espansione termica lineare
 densità

Es =	210.000	N/mm ²
G =	80.769	N/mm ²
v =	0,3	
α =	0,000012	°C ⁻¹
ρ =	78,50	kN/m ³

profilo laminato a caldo tipologia
 qualità dell' acciaio
 normativa di riferimento
 spessore nominale dell'elemento
 resistenza caratteristica a snervamento
 resistenza caratteristica di rottura

a sezione cava	
S 355 H	
UNI EN 10210-1 e 2	
t <= 40 mm	
f _{yk} =	355 N/mm ²
f _{tk} =	510 N/mm ²

Bulloneria - Rif. NTU 11.3.4.6 e CNR 10011

Per le caratteristiche dimensionanti si fa riferimento a

 per la classificazione si fa riferimento a

UNI EN ISO 4016:2002
 UNI 5592:1968
 UNI EN ISO 898-1:2001

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

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f _b (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f _t (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

caratteristiche della vite
 caratteristiche del dado
 resistenza a snervamento
 resistenza a rottura per trazione
 tensione di trazione ammissibile
 tensione tangenziale ammissibile

classe vite =	8,8
classe dado =	8
f _{yb} =	649 N/mm ²
f _{tb} =	800 N/mm ²
σ _{b,amm} =	373 N/mm ²
τ _{b,amm} =	264 N/mm ²

PROGETTAZIONE ATI:

3.2 ACCIAIO B450C (ARMATURA LENTA)

Si considerano le seguenti caratteristiche:

- $f_{yd} = f_{yk}/(1.15) = 391.30 \text{ MPa}$
- Modulo di elasticità normale: $E = 200 \text{ GPa}$
- Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.30$
- Modulo di elasticità tangenziale: $G = 76.90 \text{ GPa}$
- Peso per unità di volume: $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha_c = 0.0000117 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$

Ai fini del calcolo è stato considerato un comportamento elastico-perfettamente plastico (non incrudente).

3.3 ACCIAIO MICROPALI

- Acciaio S355.

3.4 CALCESTRUZZO MAGRO

- Dosaggio: 150 kg/m^3 .

3.5 CALCESTRUZZO PER PLINTO CONFORME UNI EN 206-1

- Classe di resistenza: C25/30;
- Classe di esposizione: XC2;
- Diametro massimo inerti: 25mm;
- Rapporto $a/c \leq 0.55$;
- Classe di consistenza: S4.

3.6 MISCELE CEMENTIZIE PER GETTO MICROPALI

- Cemento tipo CEM II 42.5 R;
- Classe di resistenza cls: C25/30;
- Rapporto a/c : 0.5;
- Fluidificante: 1-2% di peso di cemento;
- Dosaggio cemento per 1mc: 600 kg.

4 **SISMA**

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali.

Nel presente progetto sono state verificate le combinazioni di carico sismiche agli SLU con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

Si definisce nel seguito lo Stato Limite SLV:

“a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della Resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali”.

4.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione 2: “opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”.

La vita nominale risulta pertanto $V_N \geq 50$ anni.

4.2 CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

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.

Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV: “costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità, Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico.”

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 . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso già indicata e nel caso specifico assume valore 2.

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 2 = 100 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 10% nel caso dello stato limite SLV.

4.3 AZIONI DI PROGETTO

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Si ottiene quindi:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{100}{\ln(1 - 0.1)} \sim 950 \text{anni}$$

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento per alcuni periodi di ritorno sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10; F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

I parametri sismici sono riportati nel seguito.

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2
Vita Nominale: 50 anni
Classe d'uso: IV
Coefficiente d'uso C_U : 2
Periodo di riferimento: 100 anni

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 numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

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

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 - $P_{VR} = 81\%$
 SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU
 SLV - $P_{VR} = 10\%$
 SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

--- Strategie per costruzioni ordinarie

--- Strategie scelte

Strategia di progettazione

Stato	Strategia ordinaria (TR)	Strategia scelta (TR)
SLO	60	60
SLD	101	101
SLV	949	949
SLC	1950	1950

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

PROGETTAZIONE ATI:

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
 Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **B** info $S_s = 1.147$ $C_c = 1.382$ info
 Categoria topografica: **T2** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.200$ 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_0 : **3** 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 ▶▶▶

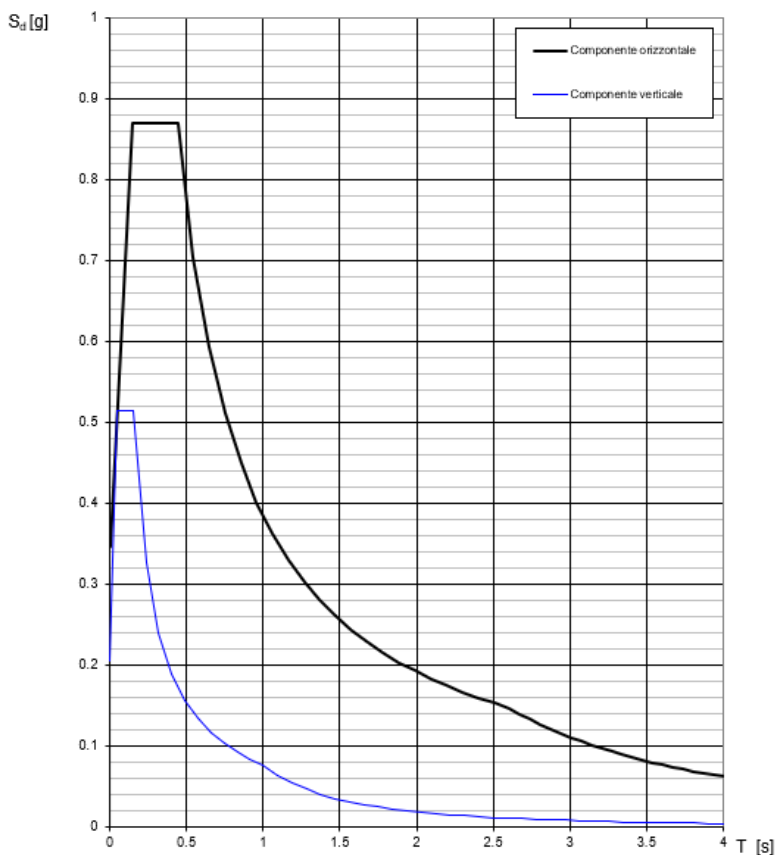
Spettri di risposta

$S_{d.o}$ [g]
 $S_{d.v}$ [g]
 S_e [g]

— 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

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



PROGETTAZIONE ATI:

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

A favore di sicurezza, per le verifiche geotecniche della fondazione, si è utilizzata la stratigrafia del terreno alla pk 1+200, di cui se ne riportano le caratteristiche:

Unità geotecnica	Descrizione	γ	c'	ϕ'	c_u	E
(-)	(-)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	kPa	(Mpa)
R	Rilevato stradale	19	0	35	-	35
UG2	Coltri detritiche e depositi alluvionali	19	20	24	90	30
UG3a	Form. marnoso arenacea alterata	26	30	32	-	900
UG3b	Form. marnoso arenacea	26	50	40	-	1700

dove: γ_n peso di volume; ϕ' angolo di attrito efficace; c' coesione efficace; C_u coesione non drenata; E modulo elastico.

Non si riscontra la presenza di falda.

Si rimanda al profilo geotecnico (elaborato T00GE00GETFG01B) per le informazioni relative alla situazione stratigrafica.

5.1 DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

Sulla base delle indagini sia geofisiche sia geognostiche, così come illustrato nel profilo geotecnico, risulta plausibile assumere la seguente stratigrafia:

Descrizione	Profondità piano di posa fondazione da p.c.	Profondità da p.c.	Unità Geotecnica
	[m]	[m]	Descrizione
Portale alla pk 1+200	Su rilevato stradale	da +4.00 a 0.0	R
		da 0.0 a -3.50	UG2
		da -3.50 a -7.20	UG3a

A vantaggio di sicurezza si è trascurato il substrato costituito dalla formazione marnoso arenacea (unità geotecnica UG3b).

6 PROGRAMMA DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche della fondazione del portale sono condotte con l'ausilio di fogli di calcolo excel pubblicati dalla casa editrice DEI (M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI).

Per le verifiche delle sezioni in cemento armato si ricorre al seguente programma:

- "**VcaSLU**" – ver. 7.8 (novembre 2021), sviluppato dal Prof. Piero Gelfi.

Il programma consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo Stato Limite Ultimo che con il Metodo n e permette inoltre di tracciare il domino M-N.

PROGETTAZIONE ATI:

7 PANNELLO A MESSAGGIO VARIABILE

Di seguito si dettagliano i calcoli e le verifiche eseguiti della fondazione del pannello.

7.1 PESO PROPRIO

Il calcolo del peso proprio è stato condotto automaticamente dal software per quanto riguarda i profili scatolari del piedritto e della trave del portale; il peso proprio dei restanti elementi è stato aggiunto al modello come carico agente sugli elementi frame.

La struttura viene suddivisa nelle seguenti parti:

- **Pannello:** cartello stradale delle dimensioni indicate con l'aggiunta degli elementi di rinforzo in acciaio posti a tergo dello stesso e di tutti gli elementi di carpenteria metallica necessari per realizzare i vincoli e gli attacchi tra gli elementi componenti e la struttura portante.
- **Piedritto:** elemento verticale portante
- **Trave del portale:** elemento orizzontale sul quale vengono apposti i cartelli
- **Giunzioni:** struttura di collegamento tra due elementi, composto da piastre, nervature di irrigidimento, bulloni e saldature

1) Pannello stradale

	Tipologia sezione	Area [m ²]	Lunghezza [m]	peso unitario	numero [-]	peso tot W [kN]
Pannello	3.50m x 2.00m	7,00	-	0.12 kN/m ²	1	0,840
Irrigidimenti:						
tubolare	Ø90 mm /sp. 7 mm	0,00183	1,80	78,50 kN/m ³	5	1,290
pressiopiegato per il fissaggio tra tubolare e trave	sp. 8mm	0,020	0,080	78,50 kN/m ³	5	0,629
Manicotto tubolare Ø101,6	Ø101,6mm /sp. 5 mm	1,52E-03	0,70	78,50 kN/m ³	5	0,417
Bulloni	M16	2,01E-04	0,06	78,50 kN/m ³	15	0,023
Traverse in alluminio per collegamento del tubolare al pannello	omega	0,001	3,40	27,50 kN/m ³	2	0,101
Irrigidimento a "C" della traversa sp. 4mm	50 mm x 25 mm sp. 4mm	0,00054	3,40	78,50 kN/m ³	2	0,290
Morsetto di fissaggio sez. a "C" sp. 5mm	16,50 mm x 0,005 mm	0,0001	0,05	78,50 kN/m ³	6	0,002
Perno di fissaggio Ø8	Ø8	5,00E-05	0,12	78,50 kN/m ³	6	0,006
Bulloni	M12	1,13E-04	0,05	78,50 kN/m ³	6	0,005
saldature e/o arrotondamenti					8%	0,288
PESO TOTALE singolo pannello						3,891

2) Piedritto portale:

si è aggiunto l'8% del peso proprio del piedritto per tener conto della presenza di bullonature e saldature:

peso proprio piedritto: 7.32 kN

$0,08 * 7.32 \text{ kN} = 0.586 \text{ kN}$

Carico assegnato: 0.6 kN

3) trave portale:

si è aggiunto 8% del peso proprio della trave per tener conto della presenza di bullonature e saldature:

peso proprio trave: 10.05 kN

$0,08 * 10.05 \text{ kN} = 0.8 \text{ kN}$

Carico assegnato: 0.8 kN

4) Giunzioni sulla trave

	Tipologia sezione	peso unitario	numero [-]	peso tot W [kN]
Piastre	700 x 700 mm sp. 15mm	78,50 kN/m ³	2	1,154
Costole	sp. 10mm	78,50 kN/m ³	20	0,412
Bulloni	M24	78,50 kN/m ³	20	0,149
saldature e/o arrotondamenti			8%	0,137
PESO TOTALE singola giunzione				1,852

7.2 AZIONE DEL VENTO

Per il calcolo dell'azione del vento si fa riferimento a quanto indicato nelle NTC2018.
La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

q_b = pressione cinetica di riferimento

c_e = coefficiente di esposizione

c_p = coefficiente di forma

c_d = coefficiente dinamico

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
3	27	500	0.02

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	400
---	-----

$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$
$v_b = v_{b,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità di riferimento [m/s])	27
---------------------------------------	----

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	455.63
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,.....)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

z altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
6.8	3	D	400

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

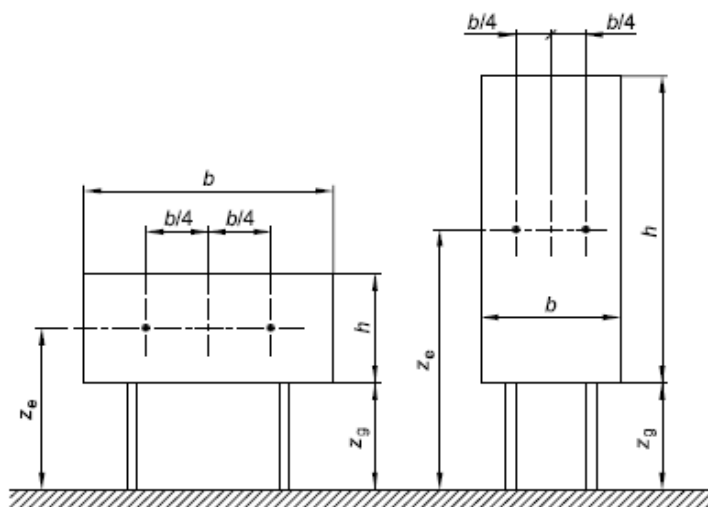
Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
II	0.19	0.05	4	1

c _e	2.11
----------------	------

Dove 6.8m è l'altezza totale del portale.

Per il coefficiente di forma si considera il valore indicato nell'EC1 relativo alle insegne e denominato in questa sede coefficiente di forza.

Legenda relativa alle Insegne



- Nota 1 altezza di riferimento: $z_e = z_g + h/2$.
 Nota 2 area di riferimento: $A_{ref} = b \times h$.

PROGETTAZIONE ATI:

Nel caso in esame:

$$z_e = 6.8\text{m}$$

$$z_g = 5.7\text{ m}$$

$$h = 2\text{m}$$

per cui $z_g > h/4$

Per insegne sollevate dal suolo di un'altezza z_g maggiore di $h/4$, i coefficienti di forza risultano

$$C_p = 1.80$$

$$z_g = 5.7\text{m} > 2\text{m}/4 = 0.50\text{m} \quad \text{Verificato}$$

Si calcola così la pressione del vento alla quota massima del portale come:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

$$= 455.63 \cdot 2.113 \cdot 1.8 \cdot 1 =$$

$$= 1732.9 \text{ N/m}^2$$

+20% per gli effetti dinamici sulla sovrastruttura:

$$= 1.20 \times 1732.9 = 2080 \text{ N/m}^2 = 2.08 \text{ kN/m}^2$$

L'azione del vento sul pannello è stata applicata come una forza concentrata sulla trave pari a:

$$F_w = p \cdot A_p = 2.08 \cdot 7.0 = 14.56 \text{ kN}$$

Dove:

A_p è l'area del pannello pari a $2 \times 3.50 = 7.0\text{m}^2$

P è la pressione del vento alla quota del pannello pari a 2.08 kN/m^2

Si trascurano gli effetti dell'azione tangente del vento, che risultano all'incirca 10 N/m^2 .

7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Con riferimento alle NTC08 le combinazioni risultano:

SLU: $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
 SISMICA: $E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
 SLE RARA $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots$
 SLE FREQ. $G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$
 SLE Q. PERM. $G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$

Si riportano le combinazioni utilizzate nel modello

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
COMBO_DEAD	Linear Add	Linear Static	DEAD	1	Strength
COMBO_DEAD		Linear Static	G1	1	
STR1	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
STR2	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
STR2		Linear Static	WIND +Y	1.5	
STR3	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	Strength
STR4	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	Strength
STR4		Linear Static	WIND +Y	1.5	
STR5	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
STR5		Linear Static	WIND -Y	1.5	
STR6	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	Strength
STR6		Linear Static	WIND -Y	1.5	
STR7	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
STR7		Linear Static	WIND +X	1.5	
STR8	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	Strength
STR8		Linear Static	WIND +X	1.5	
STR9	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
STR9		Linear Static	WIND -X	1.5	
STR10	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	Strength
STR10		Linear Static	WIND -X	1.5	
QKE1	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
QKE1		Response Spectrum	SLV X	1	
QKE1		Response Spectrum	SLV Y	0.3	
QKE2	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Strength
QKE2		Response Spectrum	SLV X	0.3	
QKE2		Response Spectrum	SLV Y	1	
FRQ1	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Deflection
FRQ2	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Deflection
FRQ2		Linear Static	WIND +Y	0.2	
FRQ3	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Deflection
FRQ3		Linear Static	WIND -Y	0.2	

PROGETTAZIONE ATI:

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
FRQ4	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Deflection
FRQ4		Linear Static	WIND +X	0.2	
FRQ5	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Deflection
FRQ5		Linear Static	WIND -X	0.2	
QP1	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	Deflection
DSTL1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3	Strength
DSTL2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1	Strength
DSTL2		Response Spectrum	SLV X	1	
DSTL3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1	Strength
DSTL3		Response Spectrum	SLV Y	1	
DSTL4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1	Strength
DSTL4		Response Spectrum	SLV X	1	
DSTL5	Linear Add	Linear Static	DEAD	1	Strength
DSTL5		Response Spectrum	SLV Y	1	
DSTL6	Linear Add	Linear Static	DEAD	1	Deflection
STR11	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
STR12	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
STR12		Linear Static	WIND +Y	1.5	
STR13	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	None
STR14	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	None
STR14		Linear Static	WIND +Y	1.5	
STR15	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
STR15		Linear Static	WIND -Y	1.5	
STR16	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	None
STR16		Linear Static	WIND -Y	1.5	
STR17	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
STR17		Linear Static	WIND +X	1.5	
STR18	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	None
STR18		Linear Static	WIND +X	1.5	
STR19	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
STR19		Linear Static	WIND -X	1.5	
STR20	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1.3	None
STR20		Linear Static	WIND -X	1.5	
QKE3	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
QKE3		Response Spectrum	SLV X	1	
QKE3		Response Spectrum	SLV Y	0.3	
QKE4	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
QKE4		Response Spectrum	SLV X	0.3	
QKE4		Response Spectrum	SLV Y	1	
CHR1	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
CHR2	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
CHR2		Linear Static	WIND +Y	1	
CHR3	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
CHR3		Linear Static	WIND -Y	1	
CHR4	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
CHR4		Linear Static	WIND +X	1	

PROGETTAZIONE ATI:

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
CHR5	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
CHR5		Linear Static	WIND -X	1	
FRQ6	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
FRQ7	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
FRQ7		Linear Static	WIND +Y	0.2	
FRQ8	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
FRQ8		Linear Static	WIND -Y	0.2	
FRQ9	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
FRQ9		Linear Static	WIND +X	0.2	
FRQ10	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None
FRQ10		Linear Static	WIND -X	0.2	
QP2	Linear Add	Response Combo	COMBO_DEAD	1	None

7.4 SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO

Si riportano le sollecitazioni agenti tra l'interfaccia plinto e palo

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	STR9	Combination	52.9	0.0	187.2	0.0	469.7	0.0
1	STR5	Combination	0.0	77.6	187.2	-583.1	98.0	-285.3
1	STR6	Combination	0.0	77.6	243.3	-583.1	127.3	-285.3
1	STR4	Combination	0.0	-77.6	243.3	583.1	127.3	285.3
1	STR10	Combination	52.9	0.0	243.3	0.0	499.0	0.0
1	STR4	Combination	0.0	-77.6	243.3	583.1	127.3	285.3

7.5 VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

Nelle verifiche si considera il micropalo più sollecitato.

I micropali hanno diametro $\varnothing 300$, armati con tubo in acciaio S355 $\varnothing 219.1$ sp.10.0 mm. La lunghezza considerata nelle verifiche è pari a 11.2 m. La seguente figura riporta la disposizione in pianta dei micropali:

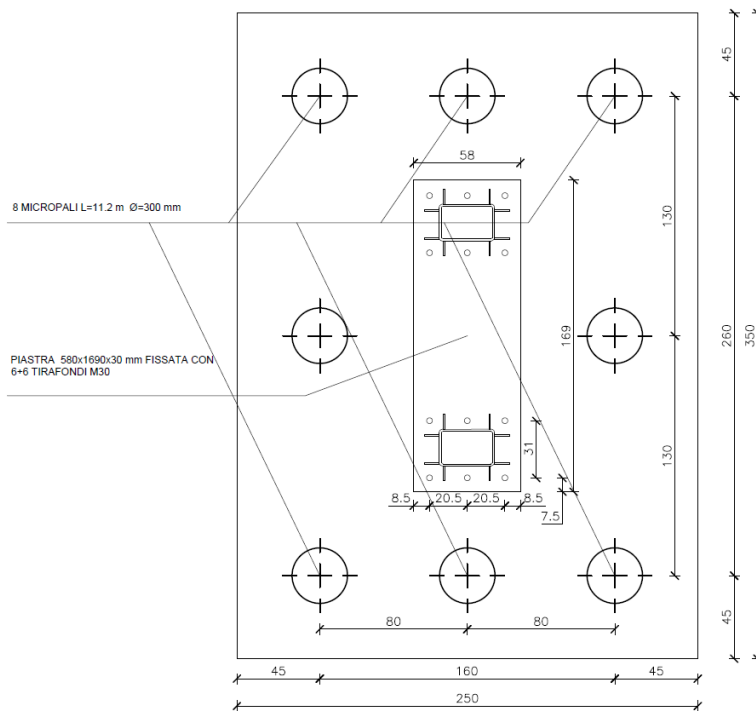


Figura 7-1 Pianta plinto di fondazione

Per la determinazione delle azioni in testa ai micropali di fondazione si è ricorso alla ripartizione delle azioni su un gruppo di micropali secondo le seguenti ipotesi:

- struttura di collegamento (platea) rigida;
- assenza di mutua interazione tra i pali.

I valori delle azioni massime (sforzo normale, di compressione e trazione, e taglio) sui micropali sono riportati nella tabella seguenti.

Le tabelle sotto riportate riassumono i fattori di sicurezza FS, a carico limite verticale ed orizzontale del micropalo maggiormente sollecitato.

Tabella 7-1 Verifiche geotecniche micropali – Fattori di sicurezza FS a carico limite verticale

Portale	N_{max}	$R_{d,c}$	$FS=R_{d,c} / Q_{max}$
	(kN)	(kN)	
1	256.0	719.1	3.09

Con,

$R_{d,c}$ = capacità portante di progetto a compressione;

$R_{d,t}$ = capacità portante di progetto a trazione.

La verifica a carico limite verticale risulta pertanto soddisfatta.

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 7-2 Verifiche geotecniche micropali – Fattori di sicurezza FS a carico limite orizzontale

Portale	H	H _k	FS= H _k / H
	(kN)	(kN)	
1	24.3	89.6	3.69

Con

H_k = carico limite orizzontale.

La verifica a carico limite orizzontale risulta pertanto soddisfatta.

Si riporta l'estratto del calcolo della capacità portante del micropalo singolo, in cui al carico in testa è sommato il peso proprio della platea ed del micropalo.

Peso proprio platea = $(A_{platea} * H_{platea} * \gamma_{cls}) / N_{micropali} = (8.75 * 1.2 * 25) / 8 = 32.8 \text{ kN};$

Peso proprio micropalo = $L * A_{palo} * \gamma_{cls} = 19.8 \text{ kN}.$

con,

$A_{platea} = 8.75 \text{ m}^2$

area della platea;

$N_{micropali} = 8$

numero pali;

Inoltre, in testa al palo è stato considerato un taglio dovuto alla forza inerziale del plinto di fondazione come di seguito riportato:

$W_{plin} = 262.5 \text{ kN}$

peso proprio plinto;

$a_{max} = a_g * S_s * S_t = 0.25 * 1.42 * 1.2 = 0.426$

accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

a_g

Accelerazione al suolo;

S_s

Coefficiente stratigrafico;

S_t

Coefficiente amplificazione topografica;

$I_{pl1} = W_{plin} * a_{max} = 111.8 \text{ kN}$

Forza inerziale longitudinale;

$I_{pl2} = W_{plin} * a_{max} * 0.3 = 33.6 \text{ kN}$

Forza inerziale trasversale;

$V_{pl2,i} = (I_{pl1}^2 + I_{pl2}^2)^{0.5} / N_{micropali} = 14.6 \text{ kN}$

Risultante forza inerziale sul singolo micropalo.

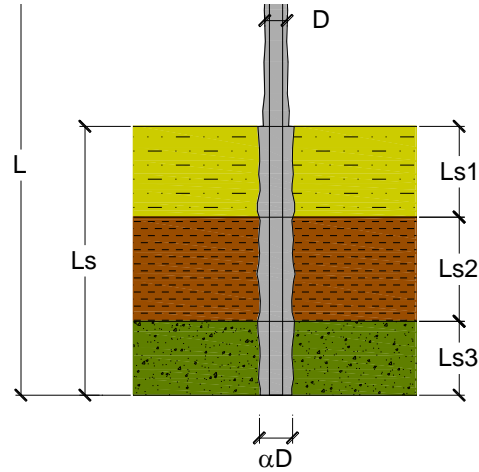
Capacità portante micropalo

Per la valutazione della resistenza caratteristica a compressione e trazione dei micropali, si fa riferimento al metodo di Bustamante e Doix.

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	256,00	0,00	256,00
T (kN)	9,70	0,00	9,70



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$
			γ_G	γ_Q		
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			1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista			1,00	1,00	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"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00	1,00

Caratteristiche del micropalo:

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

Lunghezza del micropalo (L): 11,20 (m)

Armatura:

<input type="radio"/> IPE	<input type="radio"/> INP	<input type="radio"/> HEA	<input type="radio"/> HEB	<input type="radio"/> HEM	<input checked="" type="radio"/> Tubi	<input type="radio"/> ALTRO
<input type="text" value="IPE 180"/>	<input type="text" value="INP 160"/>	<input type="text" value="HEA 300"/>	<input type="text" value="HEB 160"/>	<input type="text" value="HEM 200"/>	<input type="text" value="ø219,1 x 10,0"/>	

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

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

Coefficiente Parziale Acciaio γ_M: 1,05

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

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

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 250,0 (MN/m³)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * Is_i$$

Tipo di Terreno	Spessore Is _i (m)	α (-)	Ds _i = α * D (m)	S _i media (MPa)	S _i minima (MPa)	S _i calcolo (MPa)	Qs _i (kN)
R - Rilevato stradale	4,00	1,10	0,33	0,200	0,100	0,051	212,12
UG2 - Coltri detritiche e depositi alluvionali	3,50	1,10	0,33	0,150	0,100	0,051	185,60
UG3a - Form. Mamoso arenacea alterata	3,70	1,10	0,33	0,200	0,200	0,102	392,42

L_s = 11,20 (m) QI = 790,14 (kN)

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta * QI$$

(consigliato 10-15%)

% Punta 0%

Qp = 0,00 (kN)

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + QI$$

Qlim = 790,14 (kN)

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

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

Fs = 3,09

PROGETTAZIONE ATI:

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): 54,78 (N/mm²)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$ $\eta = Pk / N$ (consigliato $\eta > 10$)

$Pk = 40690,02$ (MN) $\eta = 158,95$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

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

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

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

$b = 1,255$ (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 3,86$ (kNm)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

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

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

$\sigma_{max} = 50,73$ (N/mm²) $\sigma_{min} = 27,21$ (N/mm²)

$\tau = 2,95$ (N/mm²)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 50,99$ (N/mm²) **verifica soddisfatta**

Carico limite orizzontale micropalo

Prima di procedere con la verifica a carico limite orizzontale dei micropali di fondazione è necessario determinare il loro momento di plasticizzazione.

Riguardo le caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio dei pali si rimanda al paragrafo 3 della presente relazione.

Calcolo del momento di plasticizzazione di un micropalo

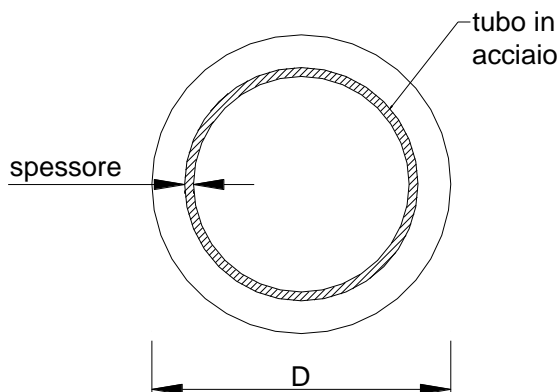
Diametro = 300 (mm)

Tubo

Diametro esterno = 219,1 (mm)

Spessore = 10,0 (mm)

Sforzo Normale = 0 (kN)



Caratteristiche dei Materiali

malta

C25/30

Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1,5

α_{cc} = 1

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 16,67$ (N/mm²)

Acciaio

tipo di acciaio

S 355 (Fe 510)

f_{yk} = 355 (Mpa)

γ_m = 1,05

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m / \gamma_{E,d} = 338,1$ (Mpa)

Es = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,161%

ϵ_{uk} = 1,000%

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

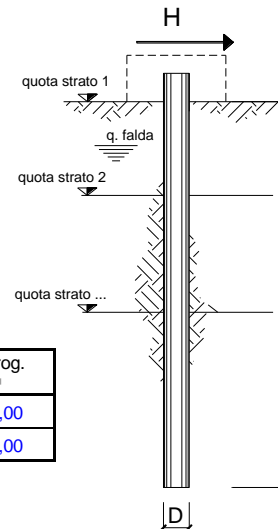
My = 165,8 (kN m)

Inserisci

— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

opera Portale a messaggio variabile - Micropali

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_{ϕ}	γ_{cu}	γ_T
			γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,00	1,00	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista			1,30	1,50	1,25	1,40	1,00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	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

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100,00	19	19	35	3,69		35	3,69	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		96,00	19	19	24	2,37		24	2,37	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		88,80	26	26	32	3,25		32	3,25	
<input type="checkbox"/> strato 4						1,00			1,00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1,00			1,00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1,00			1,00	

Quota falda **80** (m)
 Diametro del palo D **0,30** (m)
 Lunghezza del palo L **11,20** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **165,84** (kNm)
 Step di calcolo **0,01** (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	198,0 (kN)		198,0 (kN)	
Palo intermedio	802,3 (kN)		802,3 (kN)	
Palo corto	2723,6 (kN)		2723,6 (kN)	
H_{med}	198,0 (kN)	Palo lungo	H_{min}	198,0 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			116,46	(kN)
H_d = H_k/γ_T			89,59	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =		24,3	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		0	(kN)
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =			24,30	(kN)
FS = H_d / F_d =			3,69	

PROGETTAZIONE ATI: