

# COMUNE DI COLLEFFERRO

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

Realizzazione nuovo parcheggio nell'area sosta Truck Village su terreno sito in Via Casilina, km 48,500, distinto al Foglio SEG/4 p.IIe 167 e 233 e Foglio SEG/5 p.IIa 36 del N.C.T. del Comune di Colleferro.

Il Committente:

Truck Village Soc. Cons. a R.L.

I Progettisti:

Dott. Ing. Danilo Zennaro

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° 22729

Dott. Ing. Fabrizio Quattrino

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° 21272

Il Direttore dei Lavori:

-

ING. FABRIZIO QUATTRINO

Via G. da Verrazzano, 23  
00034 Colleferro (Roma)

Phone (+39) 06.97.23.60.70  
Fax (+39) 06.97.23.60.70  
Mobile phone (+39) 328.82.35.885

fabrizioquattrino@gmail.com

f.quattrino@pec.ording.roma.it

ING. DANILO ZENNARO

Via del Commercio, 22/24  
00034 Colleferro (Roma)

Phone (+39) 06.88.97.00.18  
Fax (+39) 06.69.30.60.00  
Mobile phone (+39) 329.35.30.908

www.studiozennaro.com

info@studiozennaro.com

ing.zennaro@pec.ording.roma.it

Oggetto:

Relazione geotecnica e sulle fondazioni

Elaborato:

04

ST

A

Progetto:

			Nome	Data
Preliminare	<input type="checkbox"/>		Redazione	D.Z. 09/02/2023
Definitivo	<input type="checkbox"/>		Controllo	D.Z. 09/02/2023
Esecutivo	<input checked="" type="checkbox"/>		Approvazione	D.Z. 09/02/2023
As Built	<input type="checkbox"/>			

Aggiornamento:

		Nome		
		Red.	Contr.	Appr.
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Scala:

-

Data:

09/02/2023

FILE:	Commissa	Anno	Directory	Elaborato	Tipo	Rev.	Estensione	Rapp. Plot	
	064122	0404	S	T	A	D	O	C	1:1

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto ne consegnato a terzi ne utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta di questo Studio Tecnico che ne detiene la proprietà.

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI.....	3
3	PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE .....	4
4	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE .....	5
5	CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	6
6	VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: IDENTIFICAZIONE DEI RELATIVI STATI LIMITE.....	9
6.1	VERIFICHE GEO: APPROCCI PROGETTUALI E VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	11
6.1.1	Calcolo del valore di progetto della resistenza del terreno .....	12
6.1.2	Valore di progetto della pressione sul terreno muro. ....	14
6.1.3	Verifica .....	14
6.2	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE): .....	15
7	MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI.....	15
8	RISULTATI DELLE ANALISI E LORO COMMENTO .....	15

## 1 PREMESSA

La presente relazione è redatta ai sensi del punto 6.2.2. - Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica del D. Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018 *“Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”* (di seguito anche NTC 2018) e si riferisce ai calcoli di portanza della fondazione di un muro di sostegno in c.a. da costruire all’interno dell’area sosta Truck Village, su distinto al Foglio SEG/4 p.lle 167 e 233 e Foglio SEG/5 p.la 36 del N.C.T. del Comune di Colleferro quale opera complementare a maggior intervento riguardante l’ampliamento dell’area destinata a parcheggio mezzi pesanti.

Per la caratterizzazione geotecnica dell’area si è fatto riferimento alla Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Luca Velocci iscritto all’Ordine dei Geologi del Lazio al n° 1934.

Sulla scorta delle indicazioni desunte dalla stessa, riferite alla zona su cui insisterà la costruzione in oggetto, si è proceduto all’analisi della capacità portante del terreno interessato dalle fondazioni dell’opera stessa e dei cedimenti così come prescritto nelle NTC 2018 e dalla 21 gennaio 2019 n° 7/C.S.LL.PP. *“Istruzioni per l’applicazione dell’”Aggiornamento delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”* Suppl. Ordinario n° 8 G.U. 42 del 20/02/2018.

Il suolo di fondazione si può considerare di **categoria “B”** *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

La pendenza media lo fa rientrare nella categoria con caratterizzazione topografica **“T1”** (Tab. 3.2.IV – Categorie topografiche NTC 2018).

Pur considerando che l’area interessata fa parte di una zona nota allo scrivente e che l’opera può definirsi di normale rilevanza, sono state eseguite prospezioni geognostiche oltre ai rilievi di superficie al fine di individuare le caratteristiche del terreno necessarie ad un corretto dimensionamento dell’opera in rapporto alla stabilità globale opera-terreno.

Per quanto sopra premesso ed in conformità a quanto previsto dalle NTC 2018 il sottoscritto progettista reputa sufficiente lo studio dell’area di cui trattasi basandosi sulla ispezione dei luoghi e sull’utilizzazione di dati geologici e geotecnici desunti dalla relazione geologica di cui sopra oltreché dalla letteratura e dalla conoscenza personale acquisita.

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione di un muro di contenimento in c.a. del tipo a mensola in corrispondenza della linea di confine tra la parte esistente e la nuova area da destinare a parcheggio mezzi pesanti nello centro sosta Truck Village di Colleferro. La sua realizzazione è necessaria al contenimento del terrapieno che differenzia le quote delle due aree.

Avrà andamento lineare in pianta con lunghezza pari a 140,00 m. Avrà fondazione di spessore costante pari a 0.40 m e larghezza complessiva pari a 2.30 m. Sarà caratterizzata da uno sbordo verso valle pari a 50 cm mentre verso monte si misurerà uno sviluppo pari a 1.50 m. L'altezza del paramento murario sarà pari a 3.00 m ed il suo spessore pari a 30 cm. Il rinterro a tergo del muro sarà realizzato per una parte con materiale arido opportunamente protetto da TNT e per la restante parte con terreno vegetale. L'altezza di rinterro non dovrà superare i 2.40 m rispetto all'estradosso delle fondazioni.

Al fine di garantire lo smaltimento di eventuali accumuli di acqua, l'opera sarà completata mediante la realizzazione di barbacani  $\Phi$  80 disposti a quiconci su tutto il fronte scoperto per il muro in c.a.. Per integrare il sistema drenante, alla base del materiale arido posto a tergo del paramento sarò posizionato un tubo drenante.

### **3 PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE**

L'opera in oggetto può farsi rientrare tra quelle tradizionali. Le caratteristiche formali sia in pianta che in alzato, l'analisi dei luoghi e le caratteristiche del terreno dedotte dalle associate alle considerazioni esposte analisi svolte hanno indotto alla scelta di fondazioni di tipo superficiale o dirette.

Le fondazioni dirette o superficiali si utilizzano quando gli strati di terreno su cui insistono hanno buone caratteristiche meccaniche.

#### 4 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE

La campagna di prove eseguite è stata basata sulla zona sismica (Zona 2 Sottozona Sismica B) del sito e sul tipo di opera da realizzare (Classe d'uso II). In virtù di quanto previsto all'Allegato "C" del Regolamento Regione Lazio del 26/10/2020 n° 26, l'area è caratterizzata da livello di rischio sismico **Medio**.

Pertanto, oltre ad estendere il campo delle indagini ad un dettagliato rilievo di superficie ed in profondità, all'osservazione di alcuni spiccati siti nelle adiacenze, alla letteratura geologica, considerando che la litologia di fondazione è assimilabile a *rocce affioranti o sepolte sotto terreni di copertura aventi spessore massimo di 3 m*, in ottemperanza al citato Regolamento Regionale, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 2 prove geofisiche indirette tipo MASW;
- n° 1 prova geofisica di tipo HVSR per acquisizione microtremore sismico;
- n° 2 prova penetrometriche pesanti del tipo D.P.S.H.;

Le risultanze sono riassunte nella Relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Luca Velocci iscritto all'Ordine dei Geologi del Lazio al n° 1934.

## 5 CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sulla base dei dati raccolti dalle campagne di indagini, presentati nella specifica relazione geologica, si riportano la seguente stratigrafica e i seguenti parametri caratteristici per le formazioni suddette:

### Caratteristiche fisico – meccaniche:

Strato n°	Litologia	Spessore (m)	Natura	N <sub>spt</sub>	Φ (°)	γ (daN/m <sup>3</sup> )	c (daN/cm <sup>2</sup> )	c <sub>u</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )	Ed (daN/cm <sup>2</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	Kw (daN/cm <sup>2</sup> )
1	Sabbia siltosa addensata	0.00÷2.70	Sciolta	-	32.2	1670	-	-	141.90	-	10
2	Piroclastiti sabbioso addensate	>30	Coesiva	-	27.6	1720	1,96	-	334.5	-	10
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N<sub>spt</sub>: numero di colpa di prova SPT;

Φ: angolo di attrito interno;

γ: peso dell'unità di volume;

c: coesione;

c<sub>u</sub>: coesione non drenata;

Ed: modulo edometrico;

V<sub>s</sub>: velocità delle onde S;

Kw: costante di Winkler.

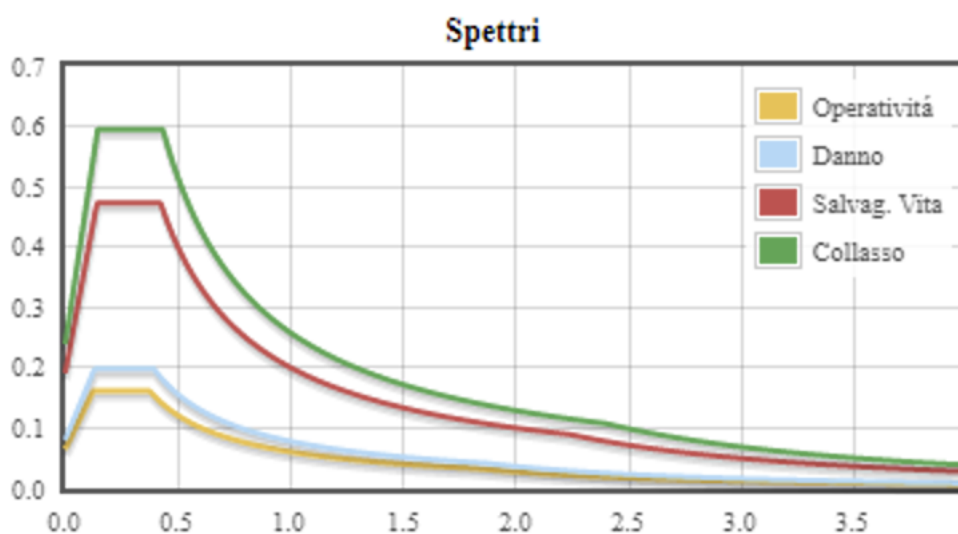
### Caratteristiche sismiche del suolo di fondazione:

Il terreno investigato, ai sensi del D.M. 17/01/2018, appartiene alla **Categoria B**: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Le condizioni topografiche secondo il D.M. 17/01/2018, rientrano nel caso specifico nella **categoria T1** "Superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ " (Tab. 3.2.III – Categorie topografiche NTC 2018).

Secondo la nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio, in applicazione dell'Ordinanza del P. C. M. nr. 3519 del 28/04/2006, ai sensi della D.G.R. n. 387 del 22 maggio 2009, il **Comune di Colferro** ricade nella **Zona sismica 2 Sottozona sismica B**. Il valore dell'accelerazione  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, è compresa tra 0,15 e 0,20.

Di seguito si riporta il diagramma degli spettri normalizzati da normativa NTC18.



Nell'area d'indagine, sulla base dei dati dedotti dalla cartografia Idrogeologica ufficiale del Lazio si si riscontra la presenza di una falda acquifera.

Nell'intero comprensorio, infatti, si è accertata la presenza della falda principale a profondità superiori ai 10 ÷ 15 metri dal piano campagna, ospitata nelle sequenze granulari delle stratificazioni vulcaniche e tamponata alla base da termini ancora piroclastici pedogenizzati e/o livelli argilloso-limosi continentali.

Considerati gli affioramenti dell'area circostante, non si hanno variazioni stratigrafiche sensibili rispetto al sito né discontinuità strutturali evidenti.

Dopo averne rilevata l'omogeneità lungo tutto il sito interessato, si stimano, in virtù delle conoscenze geotecniche personali i parametri fisici e meccanici di seguito riportati.



Poiché le fondazioni possono considerarsi poggiate ad una quota media corrispondente allo strato del primo strato di **sabbia siltosa addensata**, si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici:

Piano di fondazione:

- **Angolo di attrito interno  $\Phi$ : 32°;**
- **Coesione non drenata  $c_u$ : -  $daN/cm^2$ ;**
- **Coesione drenata  $c$ : -  $daN/cm^2$ ;**
- **Peso specifico  $\gamma$ : 1.670  $daN/m^3$ ;**
- **Costante di Winkler  $K_w$ : 10.00  $daN/m^3$**

## 6 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: IDENTIFICAZIONE DEI RELATIVI STATI LIMITE

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa sono:

**EQU** - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

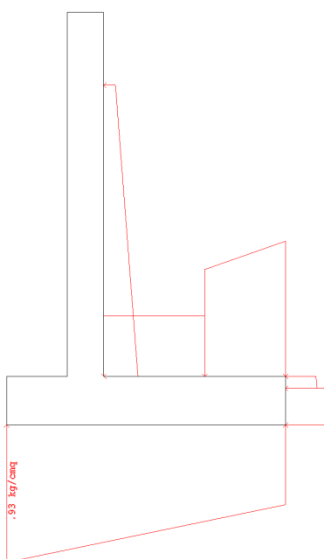
**STR** - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

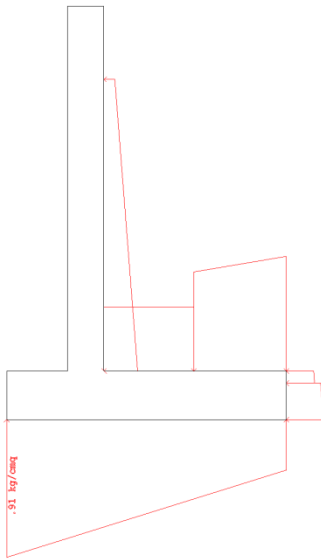
**GEO** – raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

**UPL** – perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);

**HYD** - erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

**Verifiche EQU:** L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e orizzontale. Essendo una struttura di modeste dimensioni e soprattutto compatta non presenta problemi di equilibrio. Trattandosi di pressioni di compressione si evince che non si avranno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.





**Verifiche STR:** Le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo.

**Verifiche GEO:** Le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2 Combinazione unica (A1 + M1 + R3), come riportato nelle pagine seguenti. Solo la verifica alla stabilità globale deve essere eseguita secondo la Combinazione 2 (A2 + M2 + R2) dell'Approccio 1;

**Verifiche UPL e HYD:** Poiché nel terreno di fondazione vi è presenza di falda a profondità tale da non interferire con la struttura in oggetto, non si hanno fenomeni di galleggiamento o di sifonamento.

## 6.1 VERIFICHE GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici

La verifica del terreno interagente con la struttura è condotta secondo l'Approccio 2 (A1 + M1 + R3).

Di seguito si riportano le tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.5.I tratte dalle NTC 2018 dalle quali è possibile dedurre i valori dei coefficienti da utilizzare nelle verifiche.

**Tab. 6.2.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

**Tab. 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_Y$	$\gamma_Y$	1,0	1,0

**Tab. 6.5.I** - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

### 6.1.1 Calcolo del valore di progetto della resistenza del terreno

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Ai fini della valutazione della resistenza di progetto del terreno si è scelto di applicare la formula seguente (Brinch-Hansen) dove non sono riportati i fattori che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa della fondazione e del terreno rispetto all'orizzontale poiché ambedue orizzontali (fattori  $b, g$ ):

$$q_{ult} = c * N_c * s_c * d_c * i_c + \gamma * D * N_q * s_q * d_q * i_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * i_\gamma$$

dove:

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi;$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi.$$

Fattori di forma:

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} * \frac{B}{L};$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} * \tan \varphi;$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 * \frac{B}{L};$$

Fattori di profondità:

$$d_c = 1 + 0.4k;$$

$$\text{con } k = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ oppure } k = \tan^{-1} \left( \frac{D}{B} \right) \text{ se } \frac{D}{B} > 1 (\text{rad})$$

$$d_q = 1 + 2 * \tan \varphi * (1 - \sin \varphi) * k;$$

$$d_\gamma = 1.00 \text{ per qualsiasi } \varphi.$$

Fattori di inclinazione del carico:

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1};$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + L * B * c_a * ctg\varphi} \right)^m; \quad \text{con } c_a = \text{adesione}$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + L * B * c_a * ctg\varphi} \right)^{m+1}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

I vari termini saranno ricavati da quelli dedotti dalla relazione geologica e corretti con i coefficienti ricavati nelle tabelle su riportate.

Dove (parametri geotecnici corretti  $\phi_c = 32^\circ$ ,  $\gamma_c = 1670 \text{ daN/m}^3$ ,  $c_c = - \text{daN/cm}^2$ ):

$$N_c = 23.94;$$

$$N_q = 13.20;$$

$$N_\gamma = 13.72;$$

$$s_c = 1.113;$$

$$s_q = 1.06;$$

$$s_\gamma = 1.06;$$

$$d_c = 1.09;$$

$$d_q = 1.08;$$

$$d_\gamma = 1.00;$$

$$i_c = 0.75;$$

$$i_q = 0.77;$$

$$i_\gamma = 0.66;$$

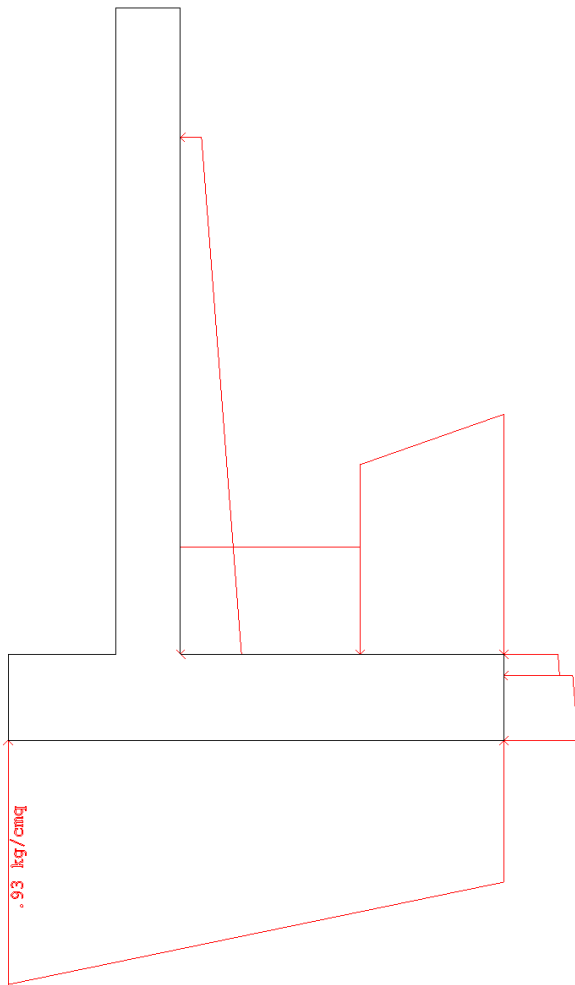
Dalla risoluzione della formula si ricava, utilizzando il coefficiente di sicurezza  $\gamma_r = 2.3$  (R3):

$$R_d = \frac{2.79}{2.3} = 1.21 \text{ daN/cm}^2$$

### 6.1.2 Valore di progetto della pressione sul terreno muro.

Il carico di esercizio massimo derivante dalle azioni agenti sulla struttura come si può evincere dai tabulati di calcolo allegati al progetto in oggetto è pari a:

$$E_d = 0.93 \text{ daN/cm}^2$$



### 6.1.3 Verifica

Sulla base del confronto dei valori riportati si ha:

$$E_d < R_d \quad \Rightarrow \quad \textit{Verificato}$$

## 6.2 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE):

Le verifiche nei confronti degli SLE si eseguono nei confronti degli spostamenti e delle rotazioni, assoluti e/o relativi, che possono compromettere la funzionalità dell'opera.

Per ciascuno stato limite deve essere rispettata la condizione:

$$E_d < C_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto dell'azione e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

## 7 MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI

Nel modello strutturale di calcolo l'interazione suolo – struttura è stata considerata schematizzando il terreno come un letto di molle elastiche verticali indipendenti (modello alla Winkler). La costante di sottofondo del terreno adottata è pari a  $10.00 \text{ daN/cm}^3$ .

Le interazioni terreno – struttura sono state contemplate nel modello di calcolo strutturale mediante schematizzazione delle travi di fondazione agli elementi finiti su suolo elastico.

I risultati delle analisi sono riportati nei tabulati di calcolo allegati al progetto.

## 8 RISULTATI DELLE ANALISI E LORO COMMENTO

In base a quanto sinora esposto, relativamente alle analisi geomorfologiche ed alle verifiche geotecniche svolte, si può affermare la realizzabilità del progetto in esame.

Si prescrivono comunque le seguenti condizioni:

1. In corso d'opera si deve verificare la corrispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta con la situazione reale;
2. Qualora, in alcune aree si dovesse riscontrare un terreno di sedime con differenti caratteristiche geotecniche da quelle considerate, si prescrive una bonifica mediante sottofondazione di calcestruzzo magro di spessore tale da raggiungere gli strati più profondi con maggiori capacità prestazionali;



3. Si devono assumere tutti gli accorgimenti che portino ad un mantenimento delle condizioni geomeccaniche del terreno.

Il Tecnico

*Dott. Ing. Danilo Zennaro*