

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	1 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

## INTRODUZIONE

Il Sottoscritto Ing. Desalvo Roberto, rappresentante legale della StAigeS Ingegneria S.r.l., corrente in Corso Italia 22/6, Savona (SV), iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Savona con posizione n. 1228, in qualità di tecnico incaricato, redige la presente relazione di calcolo strutturale allegata al progetto definitivo in oggetto, volto alla realizzazione dei nuovi posti auto nel tratto a monte dell'abitato di S. Genesio in direzione via Montegrappa.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ✓ L. n. 1086 del 05/11/1971;
- ✓ D.M. 14/01/2008 (N.T.C. 2008);
- ✓ Circolare n. 617 del 02/02/2009.

## DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

L'intervento è finalizzato alla realizzazione di nuovi posti auto nel tratto a monte dell'abitato di S. Genesio verso via Montegrappa, in comune di Vado Ligure.

La relazione di calcolo in oggetto prevede l'analisi di dettaglio delle opere di sostegno a monte del parcheggio, con particolare riferimento alle verifiche strutturali

## INDAGINI GEOTECNICHE

In merito alle indagini geotecniche si fa riferimento alla relazione geologica, a firma del dott. Geologo incaricato.


In particolare, già nell'anno 2010, a cura del dott. Geologo Danile Micheli, sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche e rilievi geo-morfologici che hanno permesso di identificare la stratigrafia del sottosuolo di interesse.

Emerge dalla relazione geologica come l'area di interesse insista su un tratto di versante censito dalla normativa di Piano come Pg1 (area a suscettività bassa) e Pg2 (area a suscettività media), ossia zone di suscettività al dissesto media. Non sussistono tuttavia condizioni ostative alla fattibilità dell'intervento.

La relazione geologica ha evidenziato la seguente stratigrafia:

- Riporti: il terreno di copertura è costituito da una coltre detritica, permeabile per porosità. Per l'attribuzione dei parametri geotecnici è stato fatto riferimento ai valori noti riportati dalla

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	2 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

letteratura tecnica e ai valori riscontrati dalle indagini geologiche, mediando su valori a favore di sicurezza.

- **Eluvio:** tra la coltre detritica ed il substrato è presente una zona di alterazione del substrato roccioso di spessore variabile. I parametri geotecnici sono stati valutati con le stesse modalità descritte precedentemente. Lo spessore medio delle coltri poste al di sopra del substrato roccioso varia tra 40 centimetri e 1.9 metri.
- **Il substrato roccioso:** Gli affioramenti rocciosi sono riconducibili alla Formazione di Murialdo. Le caratteristiche del substrato roccioso sono state determinate sulla base delle osservazioni e misurazioni eseguite sugli affioramenti presenti. La classificazione dell'ammasso è stata nuovamente effettuata sulla base delle differenti proposte presenti in letteratura e dei parametri forniti dalla sopraccitata relazione geologica.

## CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Ai sensi della zonizzazione sismica indicata nel D.G.R. n. 1362 del 19/11/2010 "Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria", l'area interessata dagli interventi a progetto ricade in zona 3.

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni risulta necessario definire la vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera strutturale, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. L'opera in questione rientra quale "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" <sup>1</sup>, cui corrisponde un valore di  $V_N \geq 50$ .

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. In questo caso si considera la Classe II <sup>2</sup>.


Il periodo di riferimento  $V_R$  per l'azione sismica viene calcolato per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale ( $V_N$ ) per il coefficiente d'uso ( $C_U$ ), definito a sua volta al variare della classe d'uso. Nel progetto in questione si assumerà  $C_U=1.0$  e  $V_R = C_U \times V_N \geq 50$ .

Infine, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "Sito dipendente": a seguito delle indagini geologico-tecniche eseguite, della stratigrafia dei terreni presenti e dei parametri geotecnici

<sup>1</sup> Tabella 2.4.1 da N.T.C. 2008

<sup>2</sup> Paragrafo 2.4.2 N.T.C. 2008

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	3 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

ricavati nella relazione geologica è possibile classificare il sito oggetto di intervento nella Categoria di sottosuolo A, “Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori  $V_{s30} > 800$  m/s,[...]”<sup>3</sup>

Nella presente relazione, l'analisi di stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica, effettuata con il programma di calcolo Slope<sup>4</sup>, viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che, sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate, viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

$F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

$K_o$ : Coefficiente sismico orizzontale

$K_v$ : Coefficiente sismico verticale.

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti  $K_o$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

$\beta_s$ : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  : accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g: accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S S \text{ ST } a_g$$


SS (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_s \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

ST (effetto di amplificazione topografica).

<sup>3</sup> Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo (da N.T.C.).

<sup>4</sup> Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma, il programma MAX fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	4 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Il valore di ST varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(ST = 1.0) \quad T2(ST = 1.20) \quad T3(ST = 1.20) \quad T4(ST = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR)$$

Con: VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

## METODO DI VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

La presente progettazione geotecnica si basa sul metodo degli stati limite e sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni si definiscono, a seguito, i principi fondamentali riguardanti la sicurezza e le prestazioni attese: *“La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:*

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.”*<sup>5</sup>

### a. Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		EQU	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.90	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.10	1.30	1.00

<sup>5</sup> NTC 2008 – Capitolo 2.1 Principi Fondamentali

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

<b>StAigES</b> StAigES Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	5 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.50	1.30

*Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:*

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\varphi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1.00	1.00

**b. Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

*Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:*

Carichi	Effetto		EQU	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00

*Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:*

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\varphi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1.00	1.00

**c. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

*Coefficienti parziali*

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	6 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Coeff. di combinazione       $\psi_0 = 0.70$        $\psi_1 = 0.50$        $\psi_2 = 0.20$

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo A1-M1 nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo A2-M2 nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi. Operando in tal modo si ottengono valori delle azioni maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

“ La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d \text{ dove}$$

$R_d$  è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto  $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma F_j$  delle azioni come indicato nel § 2.5.3, o direttamente  $E_{dj} = E_{kj} \gamma E_j$ .

I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fj}$ , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.”<sup>6</sup>

## RISULTATI DELLE ANALISI

Nel seguito si riportano i risultati delle analisi strutturali redatte prendendo a riferimento la sezione tipo del muro di sostegno a monte dei nuovi parcheggi, caratterizzato dalle dimensioni riportate nella figura sottostante e sintetizzate nella relazione di calcolo seguente.

<sup>6</sup> Paragrafo 2.3 Valutazione della sicurezza N.T.C. 2008

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		



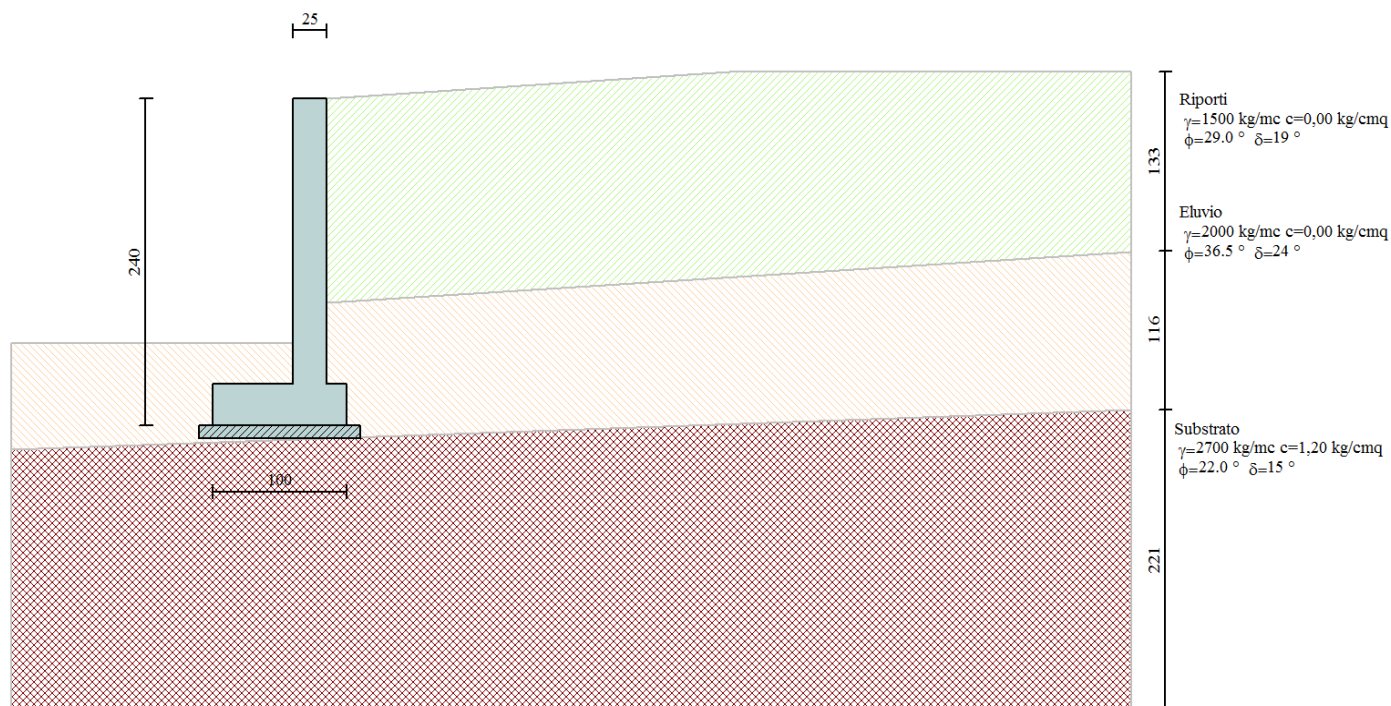


Fig. I sezione tipo muro di sostegno

## Geometria muro e fondazione

### Descrizione

Altezza del paramento	2,10 [m]
Spessore in sommità	0,25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

### Muro a mensola in c.a.

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,15 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]


## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	305,9 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm <sup>2</sup> ]

### Acciaio

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	8 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Tipo B450C  
Tensione di snervamento  $\sigma_{fa}$  4588,0 [kg/cm<sup>2</sup>]

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	3,00	0,20	3,81
2	6,00	0,20	0,00

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,30 [m]

### Descrizione terreni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$		Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$		Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$		Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$		Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c		Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$		Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riporti	1500	1700	29.00	19.00	0,000	0,000
Eluvio	2000	2200	36.50	24.50	0,000	0,000
Substrato	2700	2700	22.00	15.00	1,200	0,000

### Stratigrafia

#### *Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
$K_w$	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
$K_s$	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	$K_w$	$K_s$	Terreno
1	1,50	3,54	10,63	0,00	Riporti
2	1,00	2,00	4,05	0,00	Eluvio
3	2,00	0,00	11,36	0,00	Substrato

### Condizioni di carico


#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale



 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	9 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kg/m]  
 $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kg/m]  
D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Condizione 1)

D Profilo  $X_i=0,00$   $X_f=6,00$   $Q_i=200,00$   $Q_f=200,00$

#### Descrizione combinazioni di carico

##### Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)  
 $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

##### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

##### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

##### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

##### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

##### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

##### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

##### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)


	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

##### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	10 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo


	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	11 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

#### Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

#### Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)


	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.50	0.50

#### Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	12 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### **Impostazioni verifiche SLU**

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.60
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali  
Armatura ad aderenza migliorata

Ordinarie

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature  
Valori limite delle aperture delle fessure

Sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza

metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su  $N_f$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_f$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### **Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati


### Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	1,69	--	6,15	--
2	A2-M2 - [1]	--	1,14	--	2,02	--
3	EQU - [1]	--	--	1,56	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,94
5	A1-M1 - [2]	--	1,52	--	4,62	--
6	A2-M2 - [2]	--	1,01	--	1,28	--
7	EQU - [2]	--	--	1,33	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,84
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,74	--	7,15	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,74	--	7,15	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,09	--	1,77	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,09	--	1,77	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1,75	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,75	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,89

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigES Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	13 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,89
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,71	--	6,79	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,71	--	6,79	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,07	--	1,65	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,07	--	1,65	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,70	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1,70	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,88
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,88
25	SLEQ - [1]	--	1,79	--	7,61	--
26	SLEF - [1]	--	1,74	--	7,07	--
27	SLER - [1]	--	1,67	--	6,24	--

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta  
Calcolo del carico limite  
Calcolo della stabilità globale  
Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann  
metodo di Hansen  
metodo di Bishop  
Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine 44.269350  
Longitudine 8.435763  
Comune Vado Ligure  
Provincia Savona  
Regione Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 17355 - 17354 - 17576 - 17577

#### Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria  
Vita nominale 50 anni  
Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose  
Vita di riferimento 50 anni

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo  $a_g$  0.58 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.20  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.00  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.18$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v = 0.00 * k_h = 0.00$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo  $a_g$  0.24 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.20

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.00  
 $k_H = (a_g / g * \beta_m * St * S) = 0.49$   
 $k_V = 0.00 * k_H = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)  
Lunghezza del muro

50,0  
10,00 [m]

Peso muro  
Baricentro del muro

2681,25 [kg]  
X = -0,21 Y = -1,49

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta  
Punto superiore superficie di spinta  
Altezza della superficie di spinta  
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

X = 0,15 Y = -2,40  
X = 0,15 Y = 0,01  
2,41 [m]  
0,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica  
Componente orizzontale della spinta statica  
Componente verticale della spinta statica  
Punto d'applicazione della spinta  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

1771,11 [kg]  
1686,63 [kg]  
540,46 [kg]  
X = 0,15 [m]  
17,77 [°]  
51,30 [°]  
Y = -1,49 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

557,97 [kg]  
X = 0,08 [m]  
Y = -1,11 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  
Resistenza passiva a valle del muro  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  
Lunghezza fondazione reagente  
Risultante in fondazione  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)  
Momento rispetto al baricentro della fondazione  
Carico ultimo della fondazione

1686,63 [kg]  
3160,93 [kg]  
-553,80 [kg]  
3160,93 [kg]  
1686,63 [kg]  
0,23 [m]  
0,81 [m]  
3582,77 [kg]  
28,08 [°]  
728,32 [kgm]  
4038,77 [kg]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente  
Tensione terreno allo spigolo di valle  
Tensione terreno allo spigolo di monte

0,81 [m]  
0,7817 [kg/cm²]  
0,0000 [kg/cm²]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

##### Coeff. capacità portante

$N_C = 31.69$

$N_q = 19.76$

$N_\gamma = 16.66$

##### Fattori forma

$s_C = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

##### Fattori inclinazione

$i_C = 0,17$

$i_q = 0,21$

$i_\gamma = 0,10$

##### Fattori profondità

$d_C = 1,24$

$d_q = 1,17$

$d_\gamma = 1,00$

##### Fattori inclinazione piano posa

$b_C = 1,00$

$b_q = 1,00$

$b_\gamma = 1,00$

##### Fattori inclinazione pendio

$g_C = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.


$N'_C = 6.68$

$N'_q = 4.90$

$N'_\gamma = 1.61$

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 <p>StAigeS Ingegneria S.r.l.          Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com          tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094</p>	Progetto n.		Pag. N°	15 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**


Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.01  
 1.28

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale



 StAigES Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	16 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,11	65,63	0,66	13,56
3	0,21	131,25	3,07	33,54
4	0,32	196,88	7,92	59,88
5	0,42	262,50	15,87	92,56
6	0,53	328,13	27,58	131,59
7	0,63	393,75	43,73	176,97
8	0,74	459,38	64,97	228,69
9	0,84	525,00	91,97	286,76
10	0,95	590,63	125,41	351,17
11	1,05	656,25	165,94	421,93
12	1,16	721,88	214,24	499,03
13	1,26	787,50	270,96	582,48
14	1,37	853,13	336,78	672,27
15	1,47	918,75	412,35	768,00
16	1,58	984,38	497,85	857,64
17	1,68	1050,00	592,14	940,15
18	1,79	1115,63	695,49	1029,44
19	1,89	1181,25	808,54	1125,03
20	2,00	1246,88	931,97	1226,92
21	2,10	1312,50	1066,39	1334,04

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 6

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,06	12,37	406,60
3	0,12	48,10	778,41
4	0,18	105,09	1115,43
5	0,24	181,25	1417,65
6	0,30	274,51	1685,08
7	0,36	382,77	1917,72
8	0,42	503,94	2115,56
9	0,48	635,94	2278,61
10	0,54	776,68	2406,86
11	0,60	924,06	2500,32

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 6

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,01	-0,50	-67,18
3	0,03	-2,02	-134,33
4	0,04	-4,53	-201,45

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

<div><h1>StAigES</h1></div> <div>StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094</div>	Progetto n.	<div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div>	Pag. N°	17 of 20	
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)			
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto			
	Documento	Relazione di calcolo strutturale			

5	0,06	-8,06	-268,54
6	0,07	-12,59	-335,60
7	0,09	-18,13	-402,64
8	0,10	-24,67	-469,64
9	0,12	-32,21	-536,61
10	0,14	-40,76	-603,56
11	0,15	-50,32	-670,47

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 25	4,52	4,52	0	0	1000,00	10810	--	--
2	0,11	100, 25	4,52	4,52	298129	-2979	4542,91	10818	--	--
3	0,21	100, 25	4,52	4,52	288328	-6750	2196,78	10827	--	--
4	0,32	100, 25	4,52	4,52	251747	-10130	1278,71	10836	--	--
5	0,42	100, 25	4,52	4,52	204511	-12364	779,09	10844	--	--
6	0,53	100, 25	4,52	4,52	160722	-13510	489,82	10853	--	--
7	0,63	100, 25	4,52	4,52	114424	-12707	290,60	10862	--	--
8	0,74	100, 25	4,52	4,52	75122	-10624	163,53	10870	--	--
9	0,84	100, 25	4,52	4,52	48666	-8526	92,70	10879	--	--
10	0,95	100, 25	4,52	4,52	33582	-7131	56,86	10888	--	--
11	1,05	100, 25	4,52	4,52	24770	-6263	37,74	10896	--	--
12	1,16	100, 25	4,52	4,52	19287	-5724	26,72	10905	--	--
13	1,26	100, 25	4,52	4,52	15573	-5358	19,78	10914	--	--
14	1,37	100, 25	4,52	4,52	12910	-5096	15,13	10922	--	--
15	1,47	100, 25	4,52	4,52	10918	-4900	11,88	10931	--	--
16	1,58	100, 25	4,52	4,52	9392	-4750	9,54	10940	--	--
17	1,68	100, 25	4,52	4,52	8218	-4635	7,83	10948	--	--
18	1,79	100, 25	4,52	4,52	7287	-4543	6,53	10957	--	--
19	1,89	100, 25	4,52	4,52	6528	-4468	5,53	10965	--	--
20	2,00	100, 25	4,52	4,52	5895	-4406	4,73	10974	--	--
21	2,10	100, 25	4,52	4,52	5358	-4353	4,08	10983	--	--

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 6

Simbologia adottata	
B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kg]


#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	4,52	4,52	0	0	1000,00	12332	--	--

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	18 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

2	0,06	100,30	4,52	4,52	0	4699	379,79	12332	--	--
3	0,12	100,30	4,52	4,52	0	4699	97,70	12332	--	--
4	0,18	100,30	4,52	4,52	0	4699	44,71	12332	--	--
5	0,24	100,30	4,52	4,52	0	4699	25,92	12332	--	--
6	0,30	100,30	4,52	4,52	0	4699	17,12	12332	--	--
7	0,36	100,30	4,52	4,52	0	4699	12,28	12332	--	--
8	0,42	100,30	4,52	4,52	0	4699	9,32	12332	--	--
9	0,48	100,30	4,52	4,52	0	4699	7,39	12332	--	--
10	0,54	100,30	4,52	4,52	0	4699	6,05	12332	--	--
11	0,60	100,30	4,52	4,52	0	4699	5,08	12332	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,30	4,52	4,52	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,01	100,30	4,52	4,52	0	-4699	9325,28	12332	--	--
3	0,03	100,30	4,52	4,52	0	-4699	2331,69	12332	--	--
4	0,04	100,30	4,52	4,52	0	-4699	1036,47	12332	--	--
5	0,06	100,30	4,52	4,52	0	-4699	583,11	12332	--	--
6	0,07	100,30	4,52	4,52	0	-4699	373,25	12332	--	--
7	0,09	100,30	4,52	4,52	0	-4699	259,24	12332	--	--
8	0,10	100,30	4,52	4,52	0	-4699	190,49	12332	--	--
9	0,12	100,30	4,52	4,52	0	-4699	145,87	12332	--	--
10	0,14	100,30	4,52	4,52	0	-4699	115,27	12332	--	--
11	0,15	100,30	4,52	4,52	0	-4699	93,39	12332	--	--

#### COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	1960,44	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	1867,00	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	598,03	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,15	[m]	Y = -1,49		[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,76	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,30	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	512,08	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,08	[m]	Y = -1,11		[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1867,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2966,36	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-498,42	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1699,16	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2265,65	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2966,36	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1867,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,31	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,57	[m]
Risultante in fondazione	3504,99	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	32,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	916,70	[kgm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.33
--	------


#### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	19 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [kg]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,73 Y[m]= 0,73

Raggio del cerchio R[m]= 3,25

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,79

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,48

Larghezza della striscia dx[m]= 0,21

Coefficiente di sicurezza C= 1.84

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	161,19	72.96	154,12	0,72	23.91	0,00	0,00
2	331,38	63.23	295,86	0,47	23.91	0,00	0,00
3	441,92	55.80	365,50	0,37	23.91	0,00	0,00
4	527,82	49.63	402,11	0,33	26.74	0,00	0,00
5	613,20	44.17	427,27	0,29	30.62	0,00	0,00
6	686,70	39.18	433,87	0,27	30.62	0,00	0,00
7	747,63	34.53	423,83	0,26	30.62	0,00	0,00
8	798,13	30.13	400,67	0,24	30.62	0,00	0,00
9	839,67	25.92	367,04	0,23	30.62	0,00	0,00
10	873,24	21.86	325,08	0,23	30.62	0,00	0,00
11	899,57	17.90	276,54	0,22	30.62	0,00	0,00
12	1034,92	14.04	251,03	0,22	30.62	0,00	0,00
13	1251,58	10.24	222,43	0,21	30.62	0,00	0,00
14	326,10	6.48	36,81	0,21	30.62	0,00	0,00
15	333,28	2.75	16,01	0,21	30.62	0,00	0,00
16	328,68	-0.96	-5,52	0,21	30.62	0,00	0,00
17	298,68	-4.68	-24,39	0,21	30.62	0,00	0,00
18	288,47	-8.42	-42,26	0,21	30.62	0,00	0,00
19	272,29	-12.20	-57,54	0,22	30.62	0,00	0,00
20	249,94	-16.03	-69,03	0,22	30.62	0,00	0,00
21	221,08	-19.94	-75,39	0,22	30.62	0,00	0,00
22	185,25	-23.95	-75,19	0,23	30.62	0,00	0,00
23	141,85	-28.08	-66,78	0,24	30.62	0,00	0,00
24	90,00	-32.39	-48,21	0,25	30.62	0,00	0,00
25	28,50	-36.91	-17,11	0,26	30.62	0,00	0,00

$\Sigma W_i = 11971,08$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3916,74$  [kg]


$\Sigma W_i \tan \phi_i = 6901,17$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.39$

## CONCLUSIONI

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	20 of 20
	Committente	Comune di Vado Ligure (SV)		
	Titolo Progetto	Realizzazione nuovi posti auto		
	Documento	Relazione di calcolo strutturale		

Concludendo, in virtù delle verifiche riportate all'interno della presente relazione, è possibile affermare che **gli interventi strutturali previsti a progetto risultano conformi alla normativa tecnica ed antisismica in vigore**. Tutti gli elementi strutturali risultano verificati e le pressioni di interazione terreno-struttura compatibili con la natura del terreno in sito.

Dal punto di vista strutturale ed antisismico, dunque, gli interventi previsti risultano essere **pienamente fattibili**. Dal punto di vista geologico si rimanda alla lettura della documentazione a firma del tecnico incaricato.

Savona, lì 12/05/2017

Il tecnico  
Ing. Desalvo Roberto

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017	Data	Maggio 2017		

Relazione di calcolo strutturale