

COMUNE DI LAURO
PROVINCIA DI AVELLINO



**PROGETTO: "LAVORI PER INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO
IDROGEOLOGICO IN DIVERSE AREE DEL TERRITORIO COMUNALE DI
LAURO (AV) "**

LOTTO FUNZIONALE 1 - Frazione Ima

PROGETTO ESECUTIVO

**Il progettista:
Ing. Mariarosaria Sena**

1	Febbraio 2018	Suddivisione in Lotti Funzionali
0	Gennaio 2016	EMISSIONE PER APPROVAZIONE
Revisione	Data	Descrizione

ELABORATI DESCRITTIVI

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Scala:
	Codice RE.04.1

INDICE

1	<i>PREMESSA.....</i>	<i>1</i>
2	<i>ASPETTI GENERALI.....</i>	<i>1</i>
3	<i>ASPETTI GEOTECNICI.....</i>	<i>2</i>
4	<i>ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....</i>	<i>2</i>
5	<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</i>	<i>3</i>
6	<i>DESCRIZIONE INTERVENTI FRAZIONE IMA - LOTTO FUNZIONALE 1.....</i>	<i>4</i>
7	<i>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</i>	<i>4</i>
8	<i>RELAZIONE DI CALCOLO.....</i>	<i>5</i>
8.1	<i>METODOLOGIA DI CALCOLO.....</i>	<i>5</i>
8.2	<i>CALCOLO SCATOLARE A SEZIONE CHIUSA (ATTRAVERSAMENTO STRADALE).....</i>	<i>8</i>
8.3	<i>CALCOLO SCATOLARE A SEZIONE APERTA (LAGNO DI QUINDICI).....</i>	<i>20</i>
9	<i>DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2).....</i>	<i>38</i>

1 PREMESSA

La presente relazione riferisce in merito alle analisi di carattere geotecnico e strutturale relative agli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico relativamente a tre frazioni del territorio comunale di Lauro: Ima, Migliano e Pignano.

Il presente Lotto Funzionale 1 riguarda la sola Frazione di Ima.

2 ASPETTI GENERALI

Le opere in oggetto sono ubicate nel Comune di Lauro (AV), zona che nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002, che ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale, è stata classificata come zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. (Zona Sismica 2).

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante a_g , che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Nel caso della Zona Sismica 2, $0.15 < a_g < 0.25 g$.

La progettazione strutturale è stata redatta ottemperando alle disposizioni individuate dal D.M. 17/01/2018 in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV.

L'azione sismica adottata per la progettazione delle strutture è stata definita in funzione della accelerazione orizzontale massima convenzionale del terreno fondale (a livello del bedrock) a_g che caratterizza il sito in oggetto. I valori di a_g adottati sono stati definiti in funzione della destinazione d'uso, ed in relazione alla specifica probabilità di superamento/occorrenza in un dato periodo di osservazione, o a specifici periodi di ritorno.

Attesa la destinazione d'uso e la rilevanza dell'opera, in conformità al punto 2.4.1 delle NTC 2018 si è adottata una vita nominale delle strutture **$V_n \geq 50$ anni**. Inoltre, in conformità al punto 2.4.2, l'opera in esame è classificata quale appartenente alla Classe II, cui corrisponde un coefficiente **C_u pari a 1,0** [c.f.r. Tab 2.4.II]; pertanto, per tutte le opere è stata assunta una Vita di Riferimento **$V_r = 50 \times 1.0 = 50$ anni** (periodo di riferimento).

In ottemperanza al punto 7.3.6 delle NTC, le verifiche di resistenza e di rigidezza degli elementi strutturali sono state eseguite nei confronti degli stati limite indicati in nella Tab. 7.3.III di seguito riportata:

3 ASPETTI GEOTECNICI

La caratterizzazione geotecnica e sismica del sottosuolo adottate nelle analisi si è fatto riferimento alla campagna di indagini condotta in sito dal dott. Geol. Pier Paolo Ferraro, i cui esiti sono raccolti all'interno della relazione geologica allegata; tale studio ha portato all'attribuzione di una categoria di profilo stratigrafico di tipo “C”.

4 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Il calcolo e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti attraverso modellazioni agli elementi finiti utilizzando i software di calcolo di seguito indicati:

- Titolo SCAT – Scatolari
- Versione 14.0
- Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
- Utente VITRUVIUS ENGINEERING S.A.S.
- Licenza AIU3367A3

5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento adottata è la seguente:

- **D.M. 17.01.2018** "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni."
- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7**
- **OPCM n°3274 del 20-03-2003** – "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche e integrazioni (Parte relativa alle zone sismiche).
- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr. 64 del 02/02/1974** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Eurocodice 1** – Azioni sulle strutture
- **Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- **Eurocodice 3** - Progettazione delle strutture di acciaio
- **Eurocodice 7** - Progettazione geotecnica
- **Eurocodice 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

Per le caratteristiche dei materiali si fa inoltre riferimento alle seguenti Norme:

- **UNI EN 206:2016** – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI-EN 197/1** - Cemento, Composizione, Specificazioni e criteri di conformità.
- **UNI 8520** - Aggregati per confezione di calcestruzzi - Definizione, classificazione e caratteristiche.

6 DESCRIZIONE INTERVENTI FRAZIONE IMA - LOTTO FUNZIONALE 1

L'intervento di progetto consiste nella deviazione e relativo recapito nel corpo ricettore costituito dal Lagno di Quindici in modo da evitare che le acque ivi defluenti attraversino il centro abitato e trovino recapito nel medesimo ricettore molto più a valle.

Si prevede, pertanto, la realizzazione di un nuovo canale avente una lunghezza complessiva di 410 m circa di sezione trapezia prefabbricata come da elaborati grafici allegati.

Al fine di rendere meno brusca la deviazione verso il nuovo punto di recapito è prevista la realizzazione ex novo dell'attraversamento della Strada Statale.

Il tracciato prosegue a cielo aperto sottopassando le strade interpoderali di collegamento dei fondi attraversati; infine si realizza un manufatto di immissione nel Lagno di Quindici.

7 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riassumono le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali adottati.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica sui materiali allegata alla presente.

Calcestruzzo

Classe di esposizione	A/C (max)	Classe di Resistenza CX/Y	Contenuto (min) di cemento (kg/mc)	D _{max}	Slump	Copriferro Minimo (mm)
XC4	0.50	32/40	340	32	S4	40

Acciaio in barre per cemento armato: B450 C

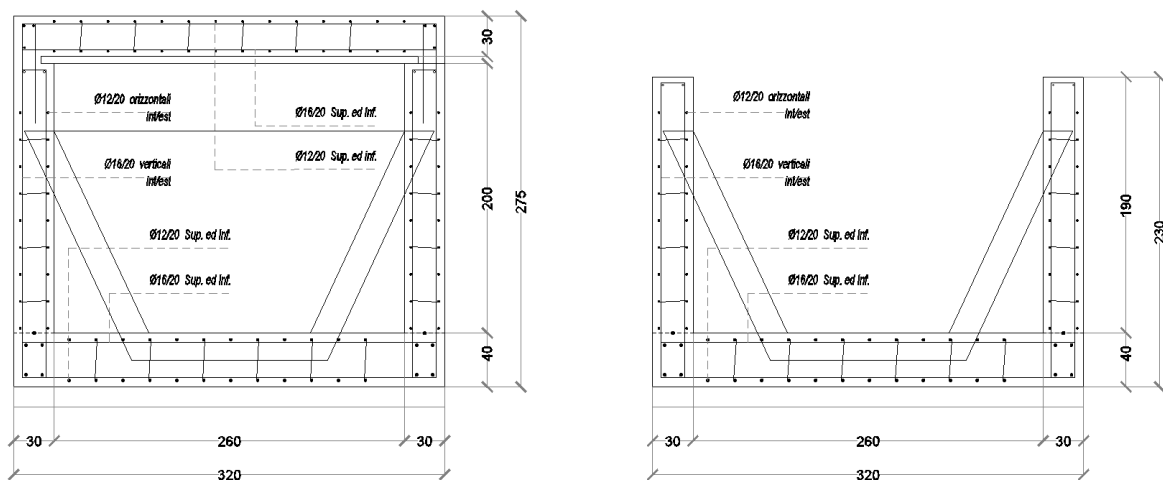
Per materiali diversi e non contenuti nella presente relazione l'utilizzo è subordinato all'accettazione della Direzione Lavori.

8 RELAZIONE DI CALCOLO

Nel presente capitolo si sviluppano il calcolo e la verifica dei due manufatti realizzati in c.a. gettato in opera consistenti rispettivamente a:

- Manufatto scatolare in c.a. a sezione chiusa collocata in corrispondenza dell'attraversamento Stradale 403;
- Manufatto scatolare in c.a. a sezione aperta collocata in corrispondenza della confluenza al Lago di Quindici.

Tutte le analisi sono state condotte, a vantaggio di sicurezza, nei confronti di schemi piani.



8.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Pressione Geostatica

In questo caso la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (Spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione:

$$P_v = \gamma H$$

Se sul profilo del piano campagna sono presenti dei sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, la diffusione di questi nel terreno avviene secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari a 20.00°.

Spinta sui piedritti

Spinta attiva - Metodo di Coulomb

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

dove ϕ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde di significato per $\beta > \phi$. Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione c l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità z vale

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2 c \sqrt{K_a}$$

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta a Riposo

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfiacco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Spinta in presenza di sisma - Formula di Wood

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$
$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Strategia di soluzione

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di rinfilanco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

$$u = K^{-1} p$$

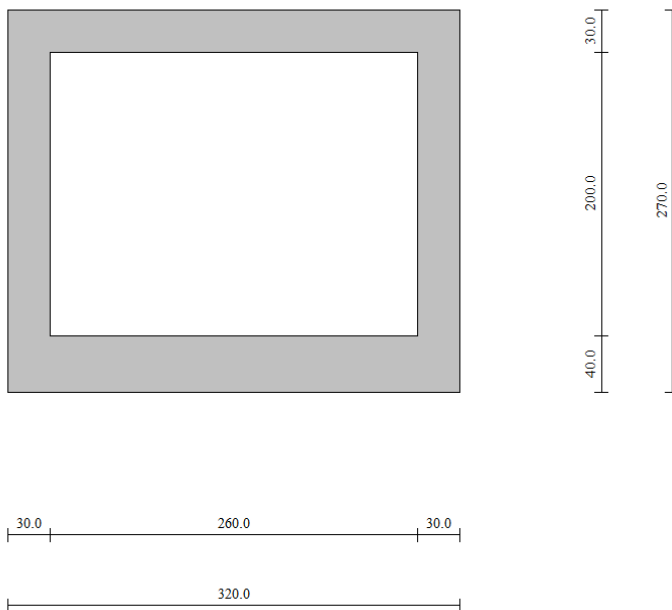
Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

8.2 CALCOLO SCATOLARE A SEZIONE CHIUSA (ATTRAVERSAMENTO STRADALE)

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	2,70	[m]
Larghezza esterna	3,20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,30	[m]
Spessore piedritto destro	0,30	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]
Spessore traverso	0,30	[m]



Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

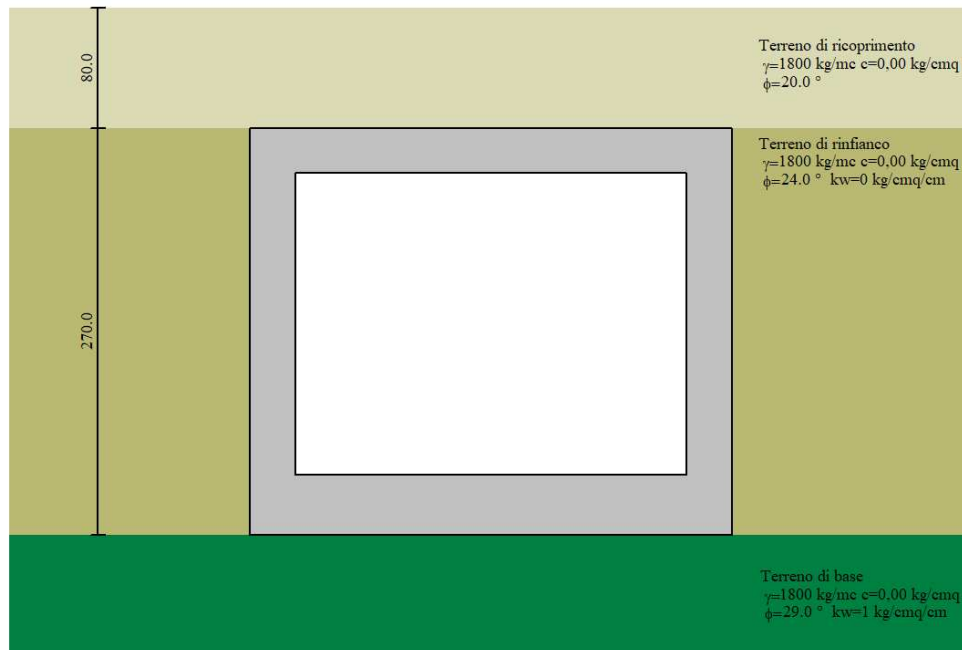
Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0,80	[m]
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	20,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]

Strato di rinfilanco

Descrizione	Terreno di rinfilanco	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	24,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	16,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	0,00	[kg/cm ² /cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	1800,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	29,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	29,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	1,00	[kg/cm ² /cm]
Tensione limite	2,00	[kg/cm ²]



Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	407,88	[kg/cm ²]
Peso specifico calcestruzzo	2500,00	[kg/mc]
Modulo elastico E	338021,17	[kg/cm ²]
Tensione di snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kg

Coppie concentrate espressi in kgm

Carichi distribuiti espressi in kg/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

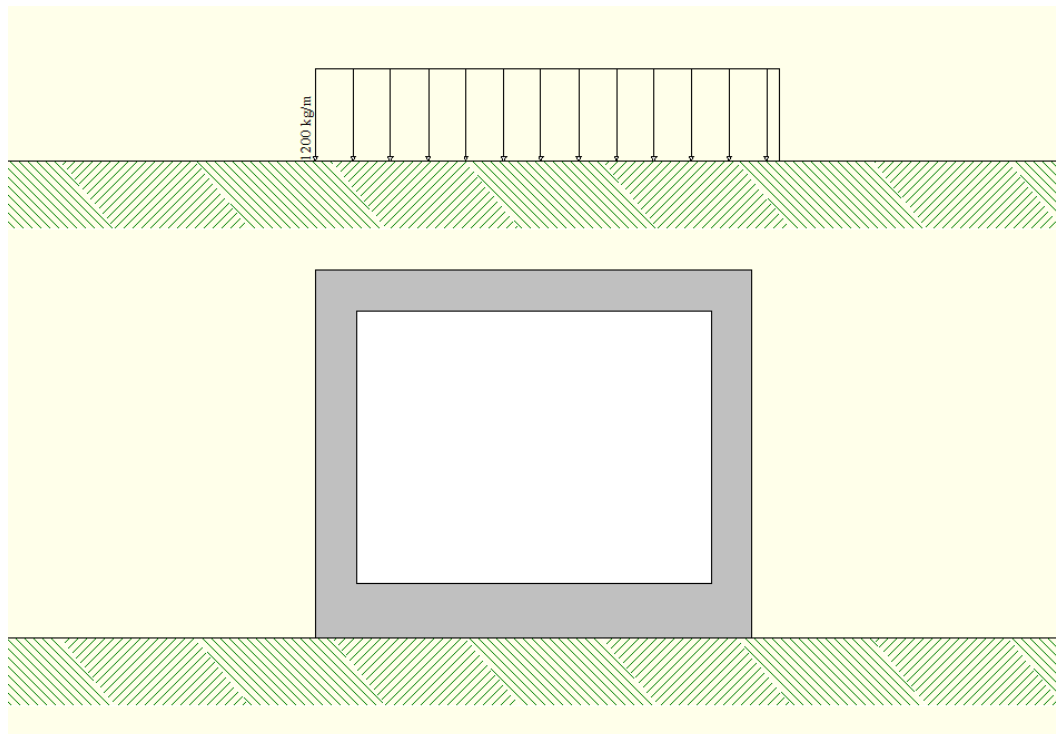
Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr	Terreno	$X_i = 0,00$	$X_f = 3,40$	$V_{ni} = 1200$	$V_{nf} = 1200$
-------	---------	--------------	--------------	-----------------	-----------------



Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
---	------

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_i \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ _i	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{cp}
f _{cd} '	= 0.5 · f _{cd}
k	= 1 + (200/d) ^{1/2}
v _{min}	= 0.035 · k ^{3/2} · f _{ck} ^{1/2}

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w₁=0,20 w₂=0,30 w₃=0,40

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione
Norme Tecniche 2018	

Simbologia adottata

γ _{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ _{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ _{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ _{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ _Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
γ _{tanφ'}	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,80	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30

Combinazione n° 10 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
--	----------------	----------------------------	--------------------------	----------

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (esprese in m) positive verso destra

Y ordinate (esprese in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kgm

V taglio espresso in kg

SN sforzo normale espresso in kg

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in kg/cmq

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]
 a Riposo [combinazione 2]
 a Riposo [combinazione 3]
 a Riposo [combinazione 4]
 a Riposo [combinazione 5]
 a Riposo [combinazione 6]
 a Riposo [combinazione 7]
 a Riposo [combinazione 8]
 a Riposo [combinazione 9]
 a Riposo [combinazione 10]
 a Riposo [combinazione 11]
 a Riposo [combinazione 12]
 a Riposo [combinazione 13]
 a Riposo [combinazione 14]
 a Riposo [combinazione 15]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine 40.879222
 Longitudine 14.633130

Comune	Lauro
Provincia	Avellino
Regione	Campania
Punti di interpolazione del reticolo	32984 - 32985 - 32763 - 32762
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 $a_g =$	1.78 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.44
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 26.19$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 13.10$
Combinazioni SLE	
Accelerazione al suolo $a_g =$	0.65 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 10.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 5.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	20,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,593	0,000
2	0,593	0,000
3	0,593	0,946
4	0,593	0,946
5	0,593	0,946
6	0,593	0,946
7	0,593	0,000
8	0,593	0,000
9	0,593	0,000
10	0,593	0,622
11	0,593	0,622
12	0,593	0,622
13	0,593	0,622
14	0,593	0,622
15	0,593	0,622

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	32
Numero elementi traverso	16
Numero elementi piedritto sinistro	24
Numero elementi piedritto destro	24
Numero molle fondazione	33
Numero molle piedritto sinistro	25
Numero molle piedritto destro	25

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,15	-0,0514	1,4128	-0,2710	0,7422
0,86	-0,0516	1,4126	0,0447	0,7213
1,60	-0,0519	1,4124	0,3716	0,7051
2,34	-0,0521	1,4121	0,4684	0,8028
2,98	-0,0523	1,4118	0,4720	1,0942

Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,15	-0,0883	2,5041	-0,2704	0,7439
0,86	-0,0885	2,5039	0,0512	0,7462
1,60	-0,0888	2,5037	0,3828	0,7425
2,34	-0,0890	2,5035	0,4825	0,8149
3,05	-0,0892	2,5032	0,4731	1,0955

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,20	-0,0514	1,4128	-0,2710	0,7422
1,38	-0,0745	1,9605	-0,2706	0,7432
2,55	-0,0883	2,5041	-0,2704	0,7439

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,20	-0,0523	1,4118	0,4720	1,0942
1,38	-0,0662	1,9546	0,4726	1,0949
2,55	-0,0892	2,5032	0,4731	1,0955

Sollecitazioni massime e minime

Elemento	M [kgm]	X [m]	V [kg]	X [m]	N [kg]	X [m]
Fondazione	-4664 (5)	0,15	8225 (2)	2,98	5005 (5)	3,05
Piedritto sinistro	-4664 (5)	0,20	7763 (5)	0,20	8460 (2)	0,20
Piedritto destro	-3048 (5)	2,55	-4558 (2)	0,20	8390 (2)	0,20
Traverso	-3048 (5)	3,05	6169 (2)	0,15	3568 (6)	3,05

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kg/cm ²]	σ_{tmax} [kg/cm ²]
0,15	0,00	0,74
0,86	0,04	0,72

1,60	0,37	0,71
2,34	0,47	0,80
3,05	0,47	1,09

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,15	10,05	10,05	3,48
0,86	10,05	10,05	5,14
1,60	10,05	10,05	4,69
2,34	10,05	10,05	4,94
3,05	10,05	10,05	7,68

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,15	17830	0	0	0,00
0,86	17830	0	0	0,00
1,60	17830	0	0	0,00
2,34	17830	0	0	0,00
3,05	17830	0	0	0,00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,15	15,71	15,71	7,70
0,86	15,71	15,71	10,61
1,60	15,71	15,71	8,07
2,34	15,71	15,71	10,35
3,05	15,71	15,71	5,68

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,15	16685	0	0	0,00
0,86	16685	0	0	0,00
1,60	16685	0	0	0,00
2,34	16685	0	0	0,00
3,05	16685	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	10,05	10,05	2,42
1,38	10,05	10,05	10,91
2,55	10,05	10,05	6,17

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

0,20	14918	0	0	0,00
1,38	14769	0	0	0,00
2,55	14620	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	10,05	10,05	6,38
1,38	10,05	10,05	31,95
2,55	10,05	10,05	3,97

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	14918	0	0	0,00
1,38	14769	0	0	0,00
2,55	14620	0	0	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,15	10,05	10,05	17,49	671,74	158,58
0,86	10,05	10,05	10,21	98,96	334,58
1,60	10,05	10,05	17,36	155,97	678,84
2,34	10,05	10,05	11,83	114,46	389,24
3,05	10,05	10,05	12,01	420,37	113,47

X	τ _c	A _{sw}
0,15	-2,0	0,00
0,86	-1,1	0,00
1,60	-0,3	0,00
2,34	1,2	0,00
3,05	2,0	0,00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,15	15,71	15,71	14,91	125,73	412,74
0,86	15,71	15,71	6,79	143,88	64,41
1,60	15,71	15,71	14,31	392,85	121,15
2,34	15,71	15,71	7,02	154,45	65,37
3,05	15,71	15,71	17,19	144,95	476,29

X	τ _c	A _{sw}
0,15	2,1	0,00
0,86	1,1	0,00

1,60	-0,2	0,00
2,34	-1,1	0,00
3,05	-2,1	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	10,05	10,05	29,62	230,74	944,26
1,38	10,05	10,05	3,54	32,32	43,03
2,55	10,05	10,05	18,45	154,42	518,56

Y	τ_c	A _{sw}
0,20	2,3	0,00
1,38	0,3	0,00
2,55	-1,1	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

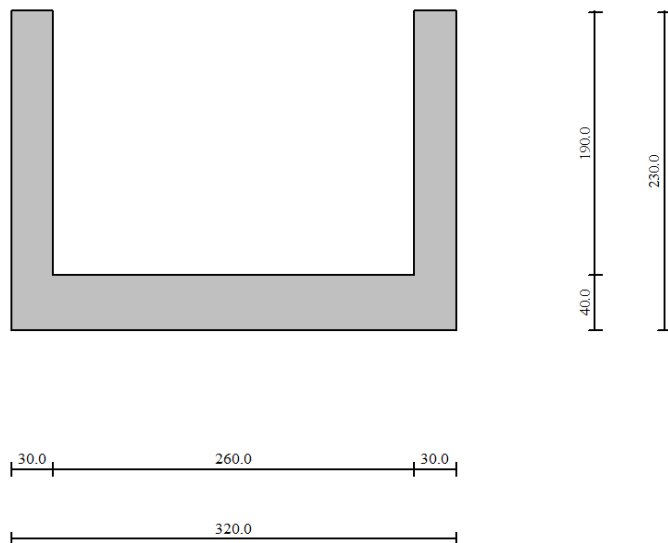
Y	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	10,05	10,05	20,31	178,32	516,40
1,38	10,05	10,05	2,34	30,84	31,58
2,55	10,05	10,05	21,26	168,21	660,37

Y	τ_c	A _{sw}
0,20	-1,6	0,00
1,38	0,3	0,00
2,55	1,2	0,00

8.3 CALCOLO SCATOLARE A SEZIONE APERTA (LAGNO DI QUINDICI) – CONDIZIONE 1

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca	
Altezza esterna	2,30	[m]
Larghezza esterna	3,20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,30	[m]
Spessore piedritto destro	0,30	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]



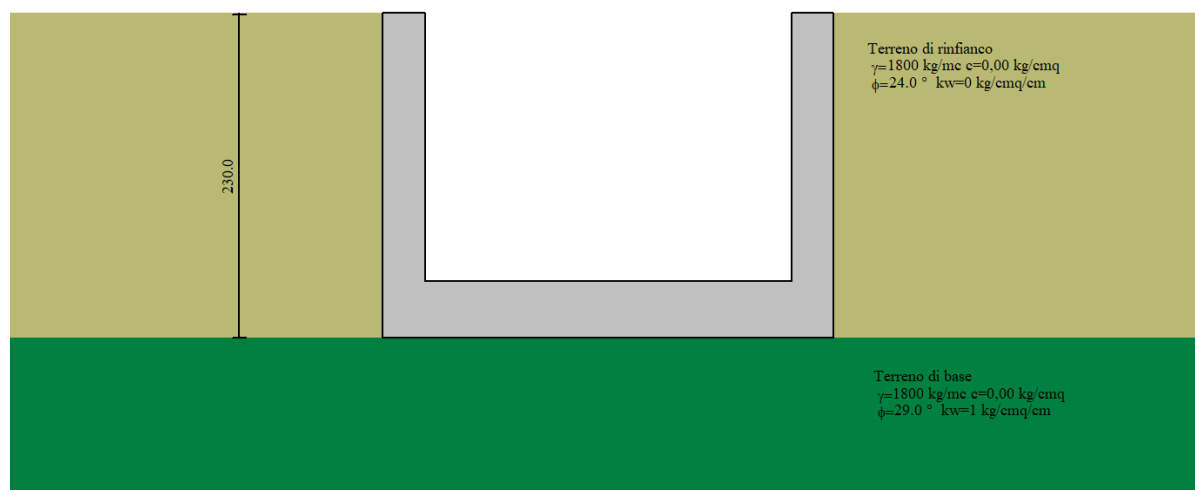
Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	24,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	16,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	0,00	[kg/cm ² /cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	1800,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	29,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	29,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	1,00	[kg/cm ² /cm]
Tensione limite	2,00	[kg/cm ²]



Condizioni di carico

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

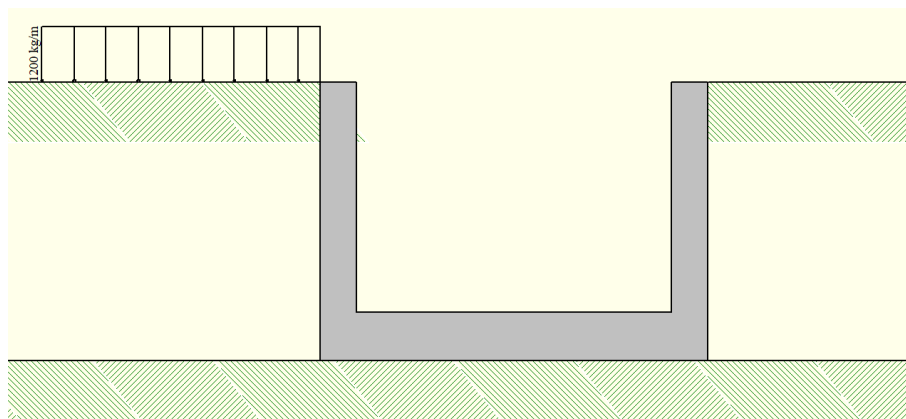
Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

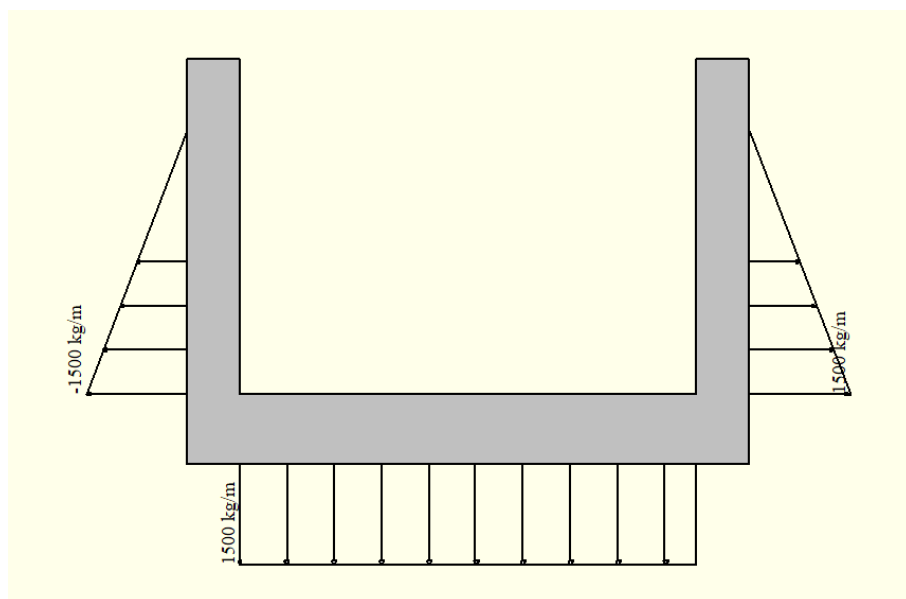
Condizione di carico n° 7 (Condizione 1: Carico stradale)

Distr	Terreno	$X_i = -2,30$	$X_r = 0,00$	$V_{ni} = 1200$	$V_{nf} = 1200$
-------	---------	---------------	--------------	-----------------	-----------------



Condizione di carico n° 8 (Condizione 2: Carico idrostatico)

Distr	Fondaz.	$X_i = 0,30$	$X_r = 2,90$	$V_{ni} = 1500$	$V_{nf} = 1500$	$V_{ti} = 0$	$V_{tf} = 0$
Distr	Pied_S	$Y_i = 0,40$	$Y_r = 1,90$	$V_{ni} = -1500$	$V_{nf} = 0$	$V_{ti} = 0$	$V_{tf} = 0$
Distr	Pied_D	$Y_i = 0,40$	$Y_r = 1,90$	$V_{ni} = 1500$	$V_{nf} = 0$	$V_{ti} = 0$	$V_{tf} = 0$



Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\operatorname{ctg}(\theta) + \operatorname{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \operatorname{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0,20$ $w_2=0,30$ $w_3=0,40$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,80	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	0.70	0.94
Condizione 2	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
--	----------------	----------------------------	--------------------------	----------

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.70	0.70
Condizione 2	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30

Combinazione n° 13 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (esprese in m) positive verso destra

Y ordinate (esprese in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kgm

V taglio espresso in kg

SN sforzo normale espresso in kg

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ_t pressione sul terreno espressa in kg/cmq

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]
 a Riposo [combinazione 2]
 a Riposo [combinazione 3]
 a Riposo [combinazione 4]
 a Riposo [combinazione 5]
 a Riposo [combinazione 6]
 a Riposo [combinazione 7]
 a Riposo [combinazione 8]
 a Riposo [combinazione 9]
 a Riposo [combinazione 10]
 a Riposo [combinazione 11]
 a Riposo [combinazione 12]
 a Riposo [combinazione 13]
 a Riposo [combinazione 14]
 a Riposo [combinazione 15]
 a Riposo [combinazione 16]

a Riposo [combinazione 17]
 a Riposo [combinazione 18]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	40.879222
Longitudine	14.633130
Comune	Lauro
Provincia	Avellino
Regione	Campania
Punti di interpolazione del reticolo	32984 - 32985 - 32763 - 32762

Tipo di opera

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

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.78 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.44
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 26.19$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 13.10$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.65 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 10.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 5.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	20,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,593	0,000
2	0,593	0,000
3	0,593	0,000
4	0,593	0,946
5	0,593	0,946
6	0,593	0,946
7	0,593	0,946
8	0,593	0,000
9	0,593	0,000
10	0,593	0,000

11	0,593	0,000
12	0,593	0,000
13	0,593	0,622
14	0,593	0,622
15	0,593	0,622
16	0,593	0,622
17	0,593	0,622
18	0,593	0,622

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	32
Numero elementi piedritto sinistro	23
Numero elementi piedritto destro	23
Numero molle piedritto sinistro	24
Numero molle piedritto destro	24

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,15	0,0003	0,9723	-0,2187	0,3860
0,86	0,0002	0,9721	-0,0306	0,4303
1,60	0,0000	0,9719	0,1552	0,4737
2,34	-0,0002	0,9717	0,2227	0,5161
2,98	-0,0003	0,9715	0,2320	0,5557

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,20	0,0003	0,9723	-0,2187	0,3860
1,25	0,0196	1,2870	-0,2186	0,3861
2,30	0,0447	1,6211	-0,2186	0,3862

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,20	-0,0003	0,9715	0,2320	0,5557
1,25	-0,0196	1,2111	0,2321	0,5559
2,30	-0,0447	1,4480	0,2322	0,5559

Sollecitazioni massime e minime

Elemento	M [kgm]	X [m]	V [kg]	X [m]	N [kg]	X [m]
Fondazione	-5181 (7)	0,15	-2388 (6)	0,95	4209 (7)	3,05
Piedritto sinistro	-5181 (6)	0,20	5718 (6)	0,20	2048 (2)	0,20
Piedritto destro	-2144 (2)	0,20	-3061 (2)	0,20	2048 (2)	0,20

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kg/cm ²]	σ_{tmax} [kg/cm ²]
0,15	0,00	0,39
0,86	0,00	0,43

1,60	0,16	0,47
2,34	0,22	0,52
3,05	0,23	0,56

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,15	10,05	10,05	2,99
0,86	10,05	10,05	3,42
1,60	10,05	10,05	5,68
2,34	10,05	10,05	14,81
3,05	10,05	10,05	6,48

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,15	17663	0	0	0,00
0,86	17663	0	0	0,00
1,60	17663	0	0	0,00
2,34	17663	0	0	0,00
3,05	17663	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	10,05	10,05	1,98
1,25	10,05	10,05	6,45
2,30	10,05	10,05	1000,00

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	14350	0	0	0,00
1,25	14217	0	0	0,00
2,30	14084	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	10,05	10,05	5,21
1,25	10,05	10,05	30,03
2,30	10,05	10,05	1000,00

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	14350	0	0	0,00
1,25	14217	0	0	0,00
2,30	14084	0	0	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,15	10,05	10,05	20,04	836,40	174,31
0,86	10,05	10,05	13,48	511,94	122,79
1,60	10,05	10,05	7,85	239,83	78,04
2,34	10,05	10,05	6,13	164,16	63,50
3,05	10,05	10,05	10,31	378,11	97,51

X	τ _c	A _{sw}
0,15	-0,5	0,00
0,86	-0,5	0,00
1,60	-0,3	0,00
2,34	0,3	0,00
3,05	0,5	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,20	10,05	10,05	33,71	229,22	1299,17
1,25	10,05	10,05	6,34	47,27	219,54
2,30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00

Y	τ _c	A _{sw}
0,20	1,7	0,00
1,25	0,6	0,00
2,30	0,0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,20	10,05	10,05	17,30	123,59	624,07
1,25	10,05	10,05	2,18	19,79	51,26
2,30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00

Y	τ _c	A _{sw}
0,20	-1,1	0,00
1,25	-0,3	0,00
2,30	0,0	0,00

8.4 CALCOLO SCATOLARE A SEZIONE APERTA (LAGNO DI QUINDICI) – CONDIZIONE 2

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca	
Altezza esterna	2,30	[m]
Larghezza esterna	3,20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]

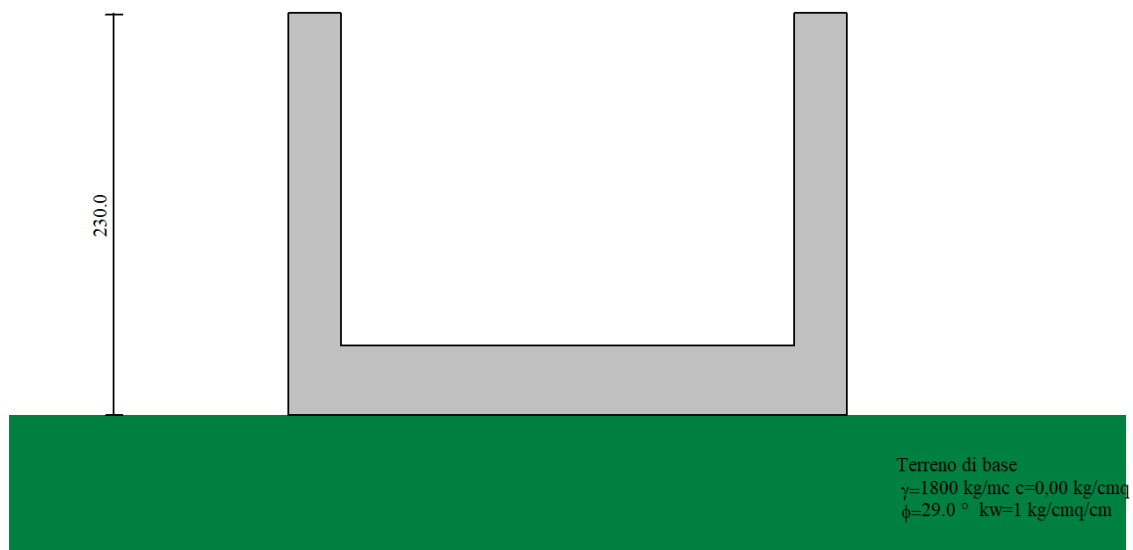
Spessore piedritto sinistro	0,30	[m]
Spessore piedritto destro	0,30	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfiamento non considerato

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	1800,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	29,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	29,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ^q]
Costante di Winkler	1,00	[kg/cm ^q /cm]
Tensione limite	2,00	[kg/cm ^q]



Condizioni di carico

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Condizione 2)

Distr	Fondaz.	$X_i= 0,30$	$X_f= 2,90$	$V_{ni}= 1500$	$V_{nf}= 1500$	$V_{ti}= 0$	$V_{tf}= 0$
Distr	Pied_S	$Y_i= 0,40$	$Y_f= 1,90$	$V_{ni}= -1500$	$V_{nf}= 0$	$V_{ti}= 0$	$V_{tf}= 0$
Distr	Pied_D	$Y_i= 0,40$	$Y_f= 1,90$	$V_{ni}= 1500$	$V_{nf}= 0$	$V_{ti}= 0$	$V_{tf}= 0$

Descrizione combinazioni di carico

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 2	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 2	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
-------------------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Sollecitazioni massime e minime

Elemento	M [kgm]	X [m]	V [kg]	X [m]	N [kg]	X [m]
Fondazione	2425 (2)	1,60	2042 (1)	2,98	-1687 (2)	0,23
Piedritto sinistro	1183 (2)	0,20	-1688 (2)	0,20	2048 (2)	0,20
Piedritto destro	1183 (2)	0,20	1688 (2)	0,20	2048 (1)	0,20

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,15	10,05	10,05	6,66
0,86	10,05	10,05	5,31
1,60	10,05	10,05	5,10
2,34	10,05	10,05	5,10
3,05	10,05	10,05	6,66

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,15	17249	0	0	0,00
0,86	17249	0	0	0,00
1,60	17249	0	0	0,00
2,34	17249	0	0	0,00
3,05	17249	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	10,05	10,05	10,48
1,25	10,05	10,05	124,35
2,30	10,05	10,05	1000,00

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	14350	0	0	0,00
1,25	14217	0	0	0,00
2,30	14084	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	10,05	10,05	10,48
1,25	10,05	10,05	124,35
2,30	10,05	10,05	1000,00

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	14350	0	0	0,00
1,25	14217	0	0	0,00
2,30	14084	0	0	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,15	10,05	10,05	4,53	56,92	292,76
0,86	10,05	10,05	9,01	63,26	512,15
1,60	10,05	10,05	10,54	75,23	587,13
2,34	10,05	10,05	9,01	63,26	512,15
3,05	10,05	10,05	4,53	27,91	292,76

X	τ _c	A _{sw}
0,15	-0,5	0,00
0,86	-0,3	0,00
1,60	0,1	0,00
2,34	0,3	0,00
3,05	0,5	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione $H = 30,00$ cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	10,05	10,05	8,33	259,40	65,83
1,25	10,05	10,05	0,51	6,37	6,51
2,30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00

Y	τ_c	A_{sw}
0,20	-0,5	0,00
1,25	-0,1	0,00
2,30	0,0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 30,00$ cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	10,05	10,05	8,33	259,40	65,83
1,25	10,05	10,05	0,51	3,58	6,51
2,30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00

Y	τ_c	A_{sw}
0,20	0,5	0,00
1,25	0,1	0,00
2,30	0,0	0,00

9 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfilanco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	VITRUVIUS ENGINEERING S.A.S.
Licenza	AIU3367A3

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo.

attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Il progettista