COMUNE DI CASTELBELFORTE

PROVINCIA DI MANTOVA

PROGETTO ESECUTIVO

lavori di realizzazione intersezione a rotatoria tra S.P. n° 25 e ex S.S. n° 249

ELABORATO: RELAZIONE DI CALCOLO C.A.	DATA: DICEMBRE 2018 REVISIONE: MARZO 2019 SCALA: FILE: GB_ prj0022231	TAV. N°: P
COMMITTENTE: COMUNE DI CASTELBELFORTE	INDIRIZZO: VIA ROMA 33 - 46032 - CASTELBELFORTE E-Mail info@comunecastelbelforte.it CENTRALINO/FAX: 0376 259211 / 0376 258123	

PROGETTISTI:

Dott. Ing. GIAN LUCA FERRARI
Via G.Marangoni n° 7 - 46100 Mantova
tel./fax. 0376322148 - 0376382220
e_mail: stferrarigianluca@libero.it

Geom. FRANCESCO ROSA
Via Montanara Sud n° 16 - Campitello (MN)
tel. 0376967062 - e_mail: studiorosafrancesco@alice.it

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA di MANTOVA
Dott. Ing. GIANLUCA FERRARI
SEZIONE A N. 704

Firma: .....

Geom. FRANCESCO ROSA
ALBO GEOMETRI della Provincia di MANTOVA
1483

Firma: .....

S.U.T. - SPORTELLO UNICO TECNICO

Responsabile del procedimento :

Firma: .....

Allplan 2009

RELAZIONE DI CALCOLO

1. PREMESSA

La presente relazione è relativa ad alcuni manufatti in conglomerato cementizio armato che verranno realizzati in corrispondenza della una nuova intersezione a rotatoria a Castelbelforte (MN) tra la Strada Provinciale n° 25 e ex Strada Statale n° 249.

2. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI

I calcoli strutturali sono stati eseguiti in accordo al D.M. 17/01/2018 e le verifiche sono state condotte in conformità a quanto riportato nei capitoli 4, 7 e 8 del succitato Decreto e nella relativa Circolare esplicativa (n. 7 del 21 gennaio 2019). Per quanto non espressamente riportato sulle N.T.C. 2018 si è fatto riferimento all'Eurocodice 2 per le strutture in C.A., all'Eurocodice 3 per le strutture in acciaio ed all'Eurocodice 8 per l'analisi sismica.

NORME DI RIFERIMENTO COGENTI:

- LEGGE N° 1086 DEL 05/11/1971
  "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- LEGGE N. 64 DEL 02/02/1974
  "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 17/01/2018
  "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".
- CIRCOLARE N° 7 DEL 21/01/2019
  "Istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018".

3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state definite dal Tecnico Incarico e dalla Committenza che hanno definito i seguenti parametri di progetto:

Vita nominale: Vn = 50 anni

Classe d'uso: IV – Cu=2,0

Periodo di riferimento Vr = 50 x 2 = 100 anni

AZIONE SISMICA:

Categoria del sottosuolo = C

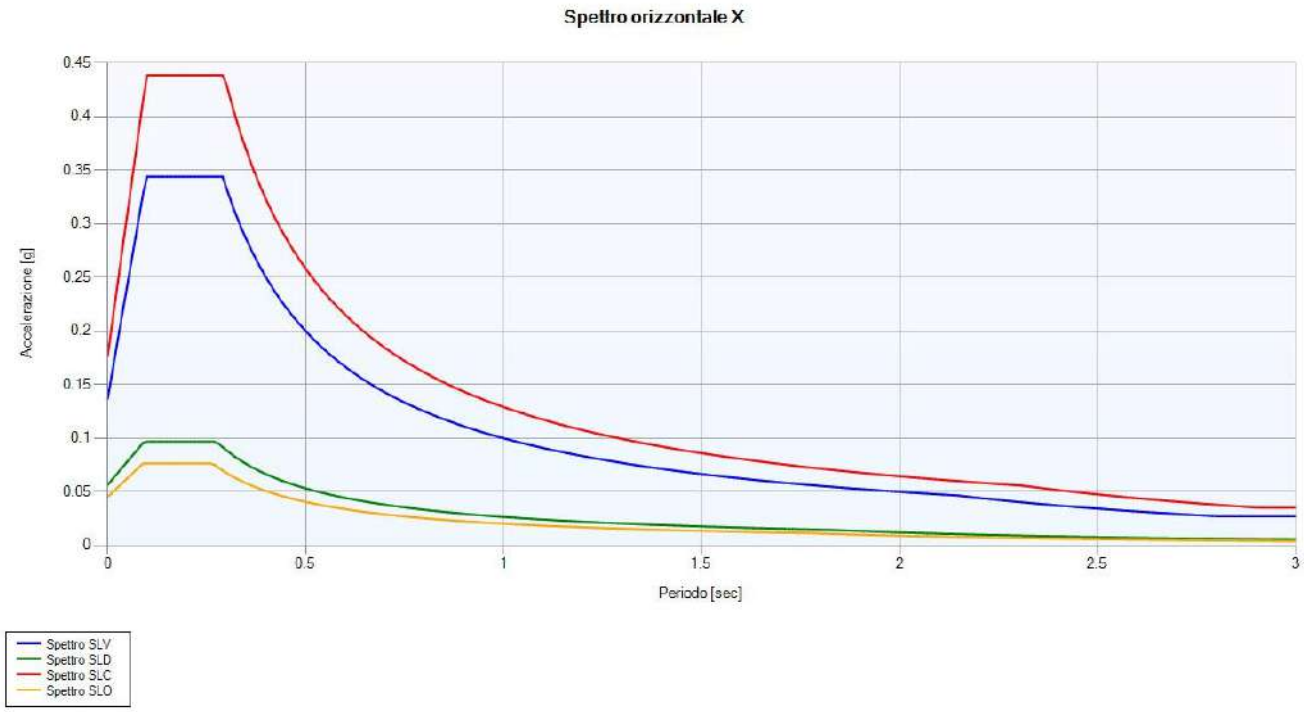
Categoria topografica = T_1

Amplificazione topografica = 1

Zona sismica del sito: 3 ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003 e successive modifiche

Coordinate geografiche del sito (ED50):

- ✓ Longitudine: 10,8909°
- ✓ Latitudine: 45,2095°



4. ANALISI DEI CARICHI

Sono state considerate i seguenti condizioni elementari di carico:

- Pesi strutturali $\gamma_{g1} = 1 - 1{,}3$
- Carico variabile dovuto al vento $\gamma_q = 0 - 1{,}5$ $\psi_0 = 0{,}6 – \psi_1 = 0{,}2 – \psi_2 = 0$

Determinazione della pressione del vento (paragrafo 3.3 N.T.C. 2018):

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)

Classe di rugosità del terreno:

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

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):	25	[m]
Distanza dalla costa	200	[km]
T_R (Tempo di ritorno):	50	[anni]
Categoria di esposizione	II	

ZONE 1,2,3,4,5

A	- -	IV	IV	V	V	V
B	- -	III	III	IV	IV	IV
C	- -	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

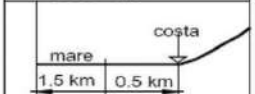
* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5

** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1

ZONA 6

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

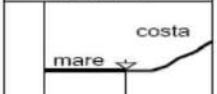
ZONE 7,8



A	- -	- -	IV
B	- -	- -	IV
C	- -	- -	III
D	I	II	*

* Categoria II in zona 8
Categoria III in zona 7

ZONA 9



A	- -	I
B	- -	I
C	- -	I
D	I	I

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	ks	C_a
1	25	1000	0,4	1,000

$v_b = v_{b,0} * ca$

ca =1 per as ≤ a0

ca = 1 + ks (as/a0 - 1) per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 25,00 m/s

$v_r = v_b * cr$

Cr coefficiente di ritorno 1,00

v_r (velocità di riferimento) 25,02 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$ (ρ = 1,25 kg/m³)

Pressione cinetica di riferimento qr 391,20 [N/m²]

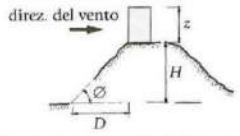
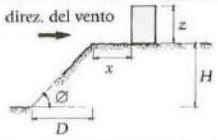
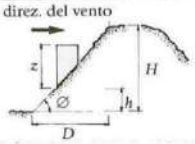
CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico [§3.3.8] c_d **0,96**

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

Coefficiente Topografico (Orografico)

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per zone pianeggianti, ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni che sorgono presso la sommità di colline o pendii isolati si procede nel modo seguente:

1	2	3
Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina	Costruzioni ubicate sul livello superiore	Costruzioni ubicate su di un pendio
		
$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma$	$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \left(1 - 0{,}1 \cdot \frac{x}{H}\right) \geq 1$	$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \frac{h}{H}$

Coefficiente β				Coefficiente γ			
per:	$\frac{z}{H} \leq 0{,}75$	$0{,}75 \leq \frac{z}{H} \leq 2$	$\frac{z}{H} \geq 2$	per:	$\frac{H}{D} \leq 0{,}10$	$0{,}10 < \frac{H}{D} \leq 0{,}30$	$\frac{H}{D} > 0{,}3$
β	$\beta = 0{,}5$	$\beta = 0{,}8 - 0{,}4 \cdot \frac{z}{H}$	$\beta = 0$	γ	$\gamma = 0$	$\gamma = 5\left(\frac{H}{D} - 0{,}10\right)$	$\gamma = 1$

Caso selezionato: Condizione non isolata

Il coefficiente topografico vale: c_t 1,00

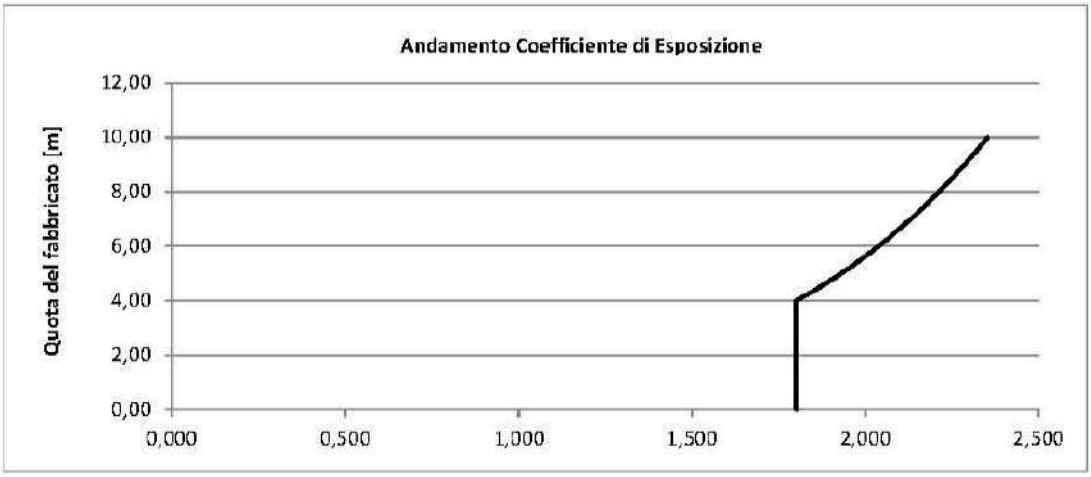
Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di z=200m valgono le seguenti espressioni

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

k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,min}$	**1,80**	z < 4,00
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,gronda}$	**2,35**	z = 10,00
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,colmo}$	**2,35**	z = 10,00



Coefficiente di forma

Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate, curve

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

Per z = 10 m, si ottiene ce = 2,35

Per z = 8,5 m, si ha ce = 2,21

Per i pali di forma cilindrica si è assunto (cautelativamente) un coefficiente di forma cp=1,2; Per la cartellonistica si è considerato invece cp=1,8.

La pressione agente sulle strutture è stata definitiva mediante la seguente formula:

$$q = q_{ref} \times cd \times ct \times ce \times cp$$

Peso insegna passaggio pedonale = 20 daN

Peso apparecchio illuminante tipo “ITALO1” della ditta AEC = 10 daN (a favore di sicurezza)

5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità del cap. 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 17/01/2018 e della Circolare C.S.L.L.P.P. n. 7 del 2019.

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale quelli che consentono ad un'opera, ove questi sono incorporati permanentemente, di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "*Resistenza meccanica e stabilità*" di cui all'Allegato I del Regolamento C.P.R. 305/2011.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

A. CALCESTRUZZO:

Il calcestruzzo, se prodotto con un processo industrializzato (controllo della produzione certificato da Organismo autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.), non necessita di qualifica preliminare. Occorre sempre verificare che i documenti di trasporto di ciascuna fornitura riportino gli estremi della Certificazione (nome dell'Organismo e numero del certificato).

- Cemento: conforme a UNI EN 197/1
- Aggregati: conforme a UNI EN 12620

Nota: La sabbia e la ghiaia (granulometricamente assortite, con le dimensioni fini variabili da 0,5 a 5 mm) necessarie per formare gli impasti di calcestruzzo potranno essere di cava o di fiume. La sabbia da utilizzare nei calcestruzzi sarà ben assortita e non proveniente da rocce decomposte o gessose e non lasceranno tracce di sporco e non conterranno materiale organico. La ghiaia o pietrisco dovrà derivare da rocce non friabili e con resistenza maggiore di quella del calcestruzzo. La proporzione fra aggregato grosso e aggregato fine sarà conforme alle norme o al tipo di conglomerato richiesto. L'acqua sarà limpida (non di sorgente), priva di sali e di sostanze organiche. Nella formazione degli impasti, i vari componenti devono risultare intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa e, durante il getto, si dovrà procedere ad idonea azione di vibratura.

- Acqua: conforme a UNI EN 1008:2003
- Additivi: conformi a UNI-EN 934-2
- Distanziatori: conformi a pr EN 13670 par.6

Nota: i distanziatori in calcestruzzo devono avere almeno la stessa resistenza del calcestruzzo delle strutture e, come minimo, garantire la stessa protezione alla corrosione).

CALCESTRUZZO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE:

classe di esposizione:	XC2
classe di resistenza:	almeno C25/30 MPa
rapporto acqua/cemento:	max 0,60
contenuto cemento	min 300 kg/m^3
diametro inerte:	max 32 mm
classe di consistenza:	S4 – fluida
abbassamento (slump)	160÷210 mm

Cl. res.	$f_{ctk;0,95}$ [MPa]	E_{cm} [MPa]	ε_{c1} [‰]	ε_{cu1} [‰]	ε_{c2} [‰]	ε_{c3} [‰]	ε_{cu3} [‰]
C12/15	2,0	27000	1,8	3,5	2,0	1,75	3,5
C16/20	2,5	29000	1,9	3,5	2,0	1,75	3,5
C20/25	2,9	30000	2,0	3,5	2,0	1,75	3,5
C25/30	3,3	31000	2,1	3,5	2,0	1,75	3,5
C28/35	3,6	32000	2,1	3,5	2,0	1,75	3,5
C30/37	3,8	33000	2,2	3,5	2,0	1,75	3,5
C32/40	3,9	33000	2,2	3,5	2,0	1,75	3,5
C35/45	4,2	34000	2,2	3,5	2,0	1,75	3,5
C40/50	4,6	35000	2,3	3,5	2,0	1,75	3,5
C45/55	4,9	36000	2,4	3,5	2,0	1,75	3,5
C50/60	5,3	37000	2,5	3,5	2,0	1,75	3,5
C55/67	5,5	38000	2,5	3,2	2,2	1,8	3,1
C60/75	5,7	39000	2,6	3,0	2,3	1,9	2,9
C70/85	6,0	41000	2,7	2,8	2,4	2,0	2,7
C80/95	6,3	42000	2,8	2,8	2,5	2,2	2,6
C90/105	6,6	44000	2,8	2,8	2,6	2,3	2,6

Copriferro minimo per soddisfare i requisiti di aderenza, durabilità ed eventuale resistenza al fuoco (secondo E.C.2 – Parte 1-1 - §4.4.1):

Tabella 1.31. Armatura ordinaria, vita utile 50 anni, secondo prospetto 4.4N – UNI EN 1992-1-1

Classe strutturale	Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)						
	Classe esposizione secondo il prospetto 4.1 (UNI EN 1992-1-1)						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

c_{nom} [mm] = c_{min} + Δc = max ($c_{min,b}$; $c_{min,dur}$) + 10 mm = 35 mm;

Copriferro assunto >= Cnom

B. ACCIAIO PER ARMATURE C.A.

Ogni fornitura di acciaio B450C deve essere accompagnata da indicazione sul documento di trasporto degli estremi dell'Attestato di Qualificazione emesso dal Consiglio Superiore dei LL.PP. (Servizio Tecnico Centrale). Prima dell'inizio delle forniture occorre che ciascuno stabilimento di produzione consegni copia conforme dell'Attestato di Qualificazione.

Le forniture effettuate da un centro di trasformazione (pre-sagomatura) dovranno essere accompagnate da:

- copia dei documenti rilasciati dal produttore (attestato di qualificazione) completati con il riferimento al documento di trasporto del trasformatore.
- certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati.

BARRE: B450C

RETI ELETTRO-SALDATE: B450C – B450A

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\,nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\,nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1{,}15$ $< 1{,}35$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1{,}25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7{,}5$ %	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 4ϕ $5\,\phi$ $8\,\phi$ $10\,\phi$	

$f_{y\,nom} = 450$ Nmm^2

$f_{t\,nom} = 540$ Nmm^2

Modulo elastico acciaio armatura lenta: E=210.000 Nmm^2

Tensione di progetto (cap. 4.1.2.1.1 – D.M. 17/01/2018): $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_m = 391{,}3$ Nmm^2

C. ACCIAI PER LE STRUTTURE METALLICHE:

Gli acciai da utilizzare in sede dì progettazione devono possedere caratteristiche fisico-meccaniche conformi alle normative vigenti. In particolare gli acciai di uso generale laminati a caldo impiegati per a realizzazione di lamiere, larghi piatti, profili aperti e barre devono essere conformi alla uni en 10025:2005 mentre quelli laminati a caldo utilizzati per la realizzazione di profilati cavi devono appartenere ad una delle classi specificate nelle norme UNI EN10210 e UNI EN 10219-1.

Sulla base delle norme citate in precedenza si sono assunte le seguenti proprietà:

Modulo elastico: $E = 210.000$ MPa

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0,3$

Coefficiente di espansione tecnica lineare: $\alpha = 12x\ 10^{-7}\ °C^{-1}$

Densità di massa: $\rho = 7.850\ kg/m^3$

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40\ mm < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40\ mm < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		

BULLONI:

Bullonature conformi alla norma UNI EN 14399-1 e alla norma UNI EN 1090-1.

SALDATURE:

Gli acciai per strutture saldate devono soddisfare le condizioni indicate al § 11.3.4.1 del DM. 17/01/2018 e devono inoltre avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili di cui al punto 11.3.4.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

I processi di saldatura devono essere eseguiti in conformità a quanto previsto nel § 11.3.4.5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni e alla norma UNI 1090-2.

6. CARETTERISTICHE DEL TERRENO DI IMPOSTA

Le caratteristiche del terreno di fondazione sono state ricavate dalla relazione geologica – geotecnica e sismica redatta dal dott. Rosario Spagnolo e datata marzo 2019 di cui si riportano i dati essenziali:

SCHEMA GEOTECNICO:

ORIZZONTE A

Da 0.00 a 1.2 m da p.c.: si ha il terreno di limoso. L'orizzonte presenta medie caratteristiche geotecniche.

γ	1.85 T/m³	Peso unitario del terreno
γ'	0.9 T/m³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0.65 Kg/cm²	Coesione non drenata
c'	0.54 Kg/cm²	Coesione drenata
M_o	80 Kg/cm²	Modulo edometrico
Vs	190 m/sec	Velocità delle onde S

ORIZZONTE B

Da 1.2 m a 10 m da p.c.: si individua un deposito prevalentemente limo-sabbioso.

A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	1.85 T/m³	Peso unitario del terreno
γ'	0.95 T/m³	Peso unitario del terreno in falda
ϕ	28°	Resistenza al taglio drenata
ϕ_{cv}	27°	Resistenza al taglio a volume costante
M_o	100 Kg/cm²	Modulo edometrico
Vs	340 m/sec	Velocità delle onde S

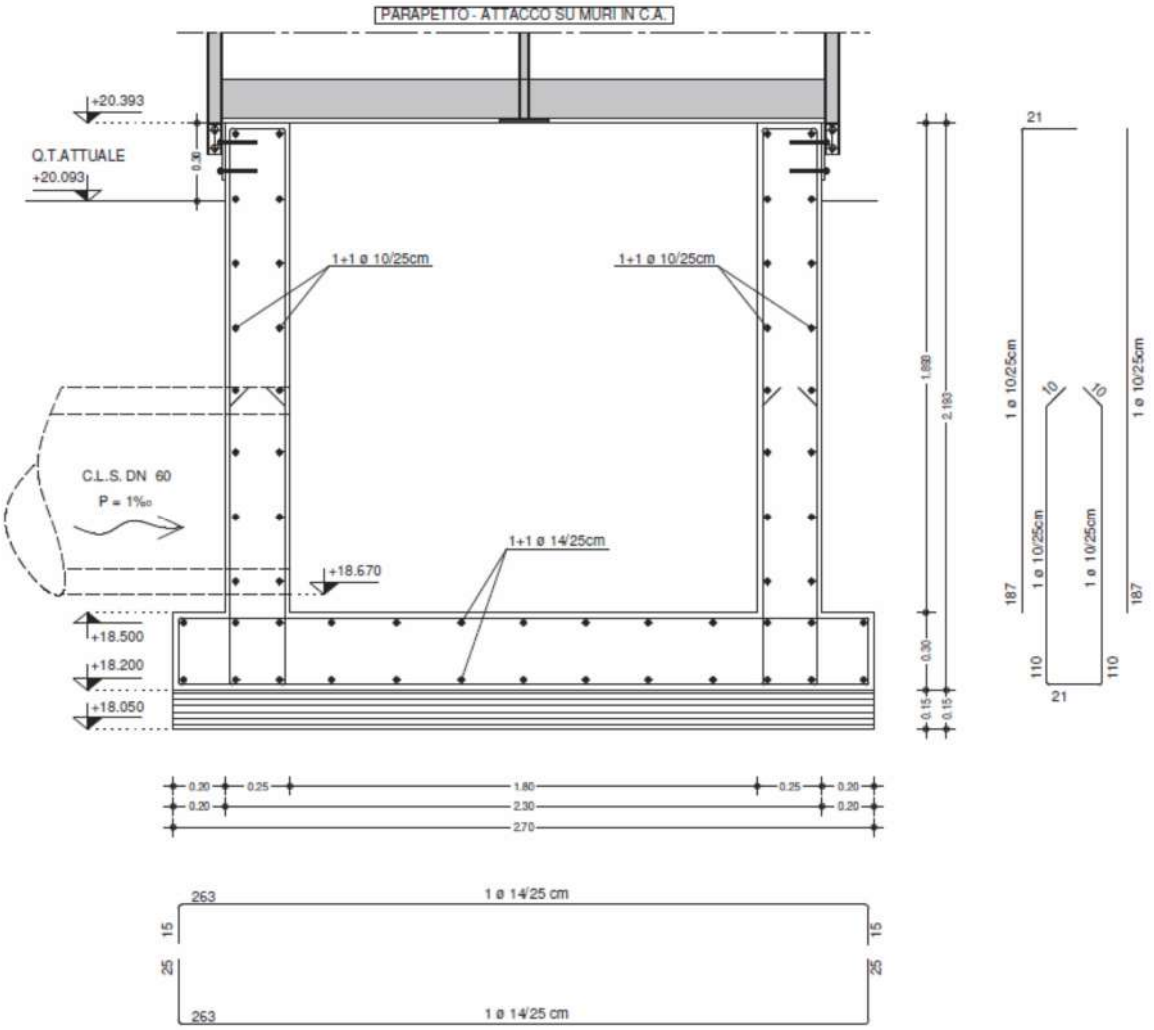
Per le verifiche di portanza si è fatto riferimento ai dati geotecnici dello strato "B".

Nella verifica a liquefazione è stato ottenuto un valore di IL = 1.4, indice di un rischio basso. Il fattore di sicurezza a liquefazione - Fs - è risultato maggiore a 1, considerando una magnitudo di riferimento e un'accelerazione sismica secondo il D.M. 17 gennaio 2018.

La falda freatica è stata intercettata alla profondità di 1.6 m dal piano campagna.

7. DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

7.1 VERIFICA DEL MURO IN C.A. CON PARATOIA IN ACCIAIO



1 Normative di riferimento

Normative di analisi e verifica:
Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC 2018)

Valutazione delle azioni sismiche:
Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC 2018) Cap.7

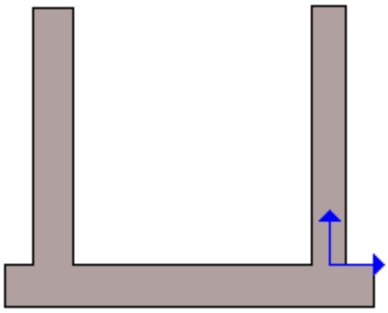
Verifiche strutturali:
Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC 2018) Cap.4

2 Geometria del muro

La descrizione della geometria del muro si avvale di una duplice rappresentazione, una schematica, tramite la sezione trasversale, e l'altra in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

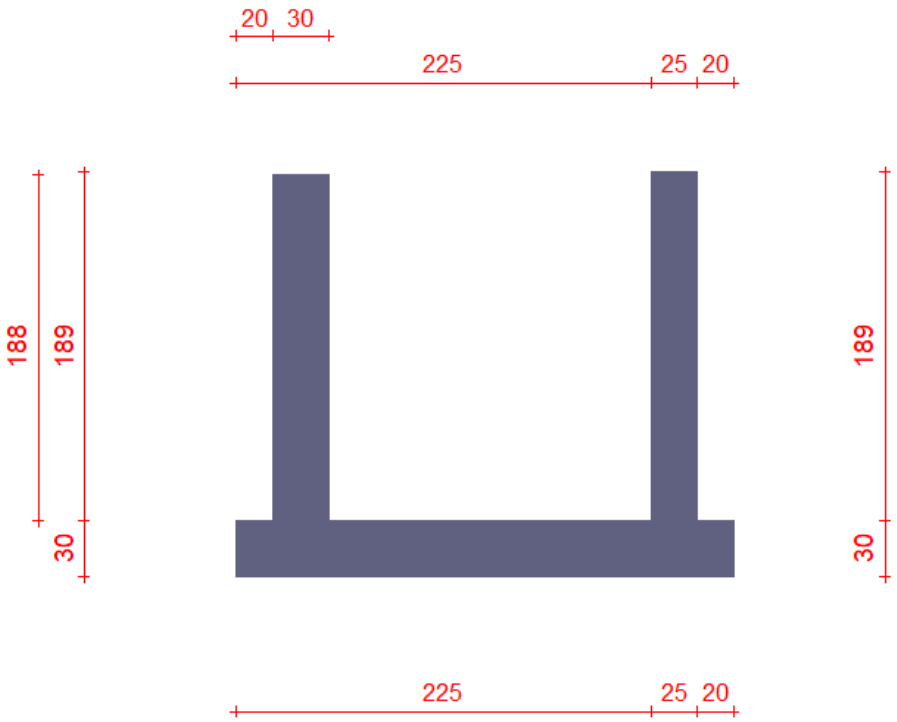
2.1 Sistema di riferimento

Nella seguente rappresentazione schematica viene rappresentata la posizione e l'orientamento del sistema di riferimento rispetto ai vertici principali della sagoma del muro.



Sistema di riferimento adottato per le coordinate:
Ascisse X (espresse in centimetri) positive verso destra
Ordinate Y (espresse in centimetri) positive verso l'alto
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto
Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

2.2 Rappresentazione geometrica, sezione trasversale



2.3 Rappresentazione analitica

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

Ingombro con accessori

Larghezza totale del muro : 270 cm
Altezza totale del muro : 219 cm
Peso specifico del muro : 2500 daN/m^3
Peso specifico delle falde : 1000 daN/m^3

Ingombro senza accessori

Larghezza totale del muro : 270 cm
Altezza totale del muro : 219 cm

Paramento

Base inf. : 25 cm
Base sup. : 25 cm
Altezza : 189 cm
Disassamento : 0 cm

Mensola sinistra in fondazione

Larghezza : 225 cm
Alt.interna : 30 cm
Alt.esterna : 30 cm
Disassamento : 0 cm

Zoccolo centrale in fondazione

Larghezza : 25 cm
Altezza a sx : 30 cm
Altezza a dx : 30 cm
Sfalsamento : 0 cm

Mensola destra in fondazione

Larghezza : 20 cm
Alt.interna : 30 cm
Alt.esterna : 30 cm
Disassamento : 0 cm

Denti superiori sinistri

Dente n.1
Spostamento : 20 cm
Larghezza : 30 cm
Altezza : 188 cm

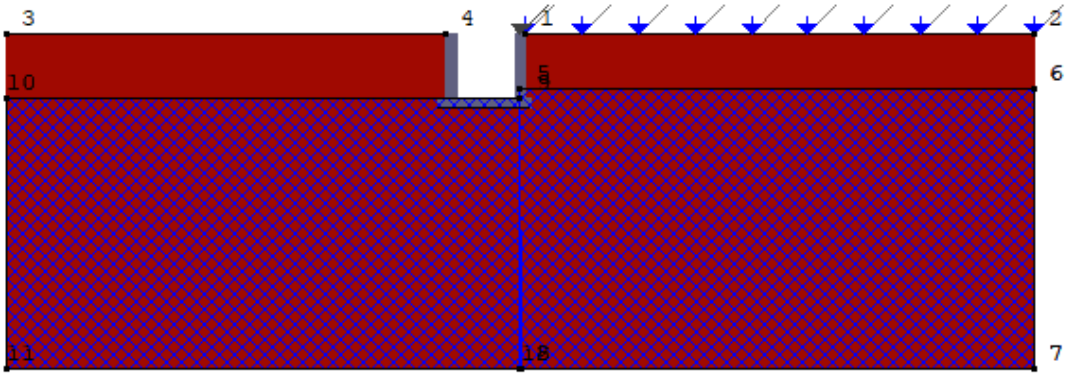
3 Caratteristiche dei terreni

Significato dei simboli e unità di misura:
Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m3)
Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m3)
Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)
C': Coesione drenata del terreno (daN/cm2)
Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm2)
Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)
AI: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)
OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)
Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)
E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm2)
G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm2)
Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	AI	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Deposito limoso-argilloso	1950	1850	28,00	0,000	0,000	18,00	0,00	1,00	0,50	100	35	1,00E-03

4 Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligonali di separazione degli strati di terreno.



Strato n.1, materiale sottostante: Deposito limoso-argilloso

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	13	189
2	2	1500	189

Strato n.2, materiale sottostante: Deposito limoso-argilloso

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	3	-1500	188
2	4	-218	188

Strato n.3, materiale sottostante: Deposito limoso-argilloso

Stratigrafia adattata al profilo del muro.

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	-	-238	-30
2	-	-13	-30
3	-	13	-30
4	-	33	-30

Geometria delle falde

Falda n.1

Profilo superiore della falda

N	X [cm]	Y [cm]
1	0	29
2	1500	29

Profilo della piezometrica della falda

N	X [cm]	Y [cm]
1	0	29
2	1500	29
3	1500	-791
4	0	-791

Profilo inferiore della falda

N	X [cm]	Y [cm]
1	0	29
2	0	-791
3	1500	-791

Falda n.2

Profilo superiore della falda

N	X [cm]	Y [cm]
1	-1500	0
2	0	0

Profilo della piezometrica della falda

N	X [cm]	Y [cm]
1	0	0
2	-1500	0
3	-1500	-791
4	0	-791

Profilo inferiore della falda

N	X [cm]	Y [cm]
1	-1500	-791
2	0	-791

5 Geometria dei carichi

Le coordinate e le componenti dei carichi stampate in questo paragrafo sono riferite al sistema di riferimento relativo alla sezione trasversale, dove gli assi X e Y locali coincidono rispettivamente con gli assi X e Z globali. L'asse Y globale si sviluppa nella profondità del muro. Tutte le tipologie di carico, esclusa quella puntuale, hanno componenti e coordinate diverse da zero solo lungo gli assi locali X e Y. Nel caso di carichi puntuali viene indicata anche la posizione in profondità (P), riferita rispetto alla sezione trasversale iniziale dell'intervento e quindi lungo l'asse Y globale.

Carico n.1

Tipo di carico: concentrato
Punto di inserimento:
X (asse X globale): 0 cm
Y (asse Z globale): 189 cm
Condizione: Permanenti
Componente Fx: 0,00 daN/cm
Componente Fy: -0,50 daN/cm
Condizione: Variabili
Componente Fx: 0,00 daN/cm
Componente Fy: 0,00 daN/cm

5.1 Carichi uniformi

```
Comp.permanente di carico uniforme a monte          : 0 daN/cm²
Comp.variabile di carico uniforme a monte           : -0.1 daN/cm²
```

6 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

```
Metodo di calcolo della spinta del terreno          : Mononobe-Okabe
Metodo di calcolo della portanza del terreno        : Brinch-Hansen
Normativa adottata per le verifiche locali          : D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le
Costruzioni

Normativa adottata per il sisma: D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2018.
Localizzazione dell'opera: Mantova, Castelbelforte
Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni
Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 4
Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV
Accelerazione relativa Ag/g massima attesa al suolo: 0.1366 g
Categoria del suolo di fondazione: C
Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.49
Coefficiente di amplificazione topografica: 1
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito (Beta s): 0.24
```

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri (Beta m): 0.38
Punto di applicazione della forza dinamica: stesso punto di quella statica
Effetto della componente verticale di accelerazione sismica incluso.

7 Distribuzioni di spinte e pressioni

7.1 Coefficienti di spinta

Coefficienti di spinta sul paramento a monte							
Strato	**Tratto di calcolo**				**Combinazione**		**Coefficiente**
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K_a
1	13	13	189	0	1	EQU-1	0.32
1	13	13	189	0	2	EQU-2	0.32
1	13	13	189	29	3	EQU-3	0.4
2	13	13	29	0	3	EQU-3	0.51
1	13	13	189	29	4	EQU-4	0.41
2	13	13	29	0	4	EQU-4	0.55
1	13	13	189	0	5	STR-1	0.32
1	13	13	189	0	6	STR-2	0.32
1	13	13	189	0	7	STR-3	0.32
1	13	13	189	0	8	STR-4	0.32
1	13	13	189	0	9	GEO-1	0.39
1	13	13	189	0	10	GEO-2	0.39
1	13	13	189	29	11	SIS-1	0.37
2	13	13	29	0	11	SIS-1	0.44
1	13	13	189	29	12	SIS-2	0.38
2	13	13	29	0	12	SIS-2	0.45
1	13	13	189	0	13	SLE-1	0.32
1	13	13	189	0	14	SLE-2	0.32

Coefficienti di spinta sul filo mensola a monte							
Strato	**Tratto di calcolo**				**Combinazione**		**Coefficiente**
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K_a
1	33	33	189	-30	1	EQU-1	0.32
1	33	33	189	-30	2	EQU-2	0.32
1	33	33	189	29	3	EQU-3	0.4
2	33	33	29	-30	3	EQU-3	0.51
1	33	33	189	29	4	EQU-4	0.41
2	33	33	29	-30	4	EQU-4	0.55
1	33	33	189	-30	5	STR-1	0.32
1	33	33	189	-30	6	STR-2	0.32
1	33	33	189	-30	7	STR-3	0.32
1	33	33	189	-30	8	STR-4	0.32
1	33	33	189	-30	9	GEO-1	0.39
1	33	33	189	-30	10	GEO-2	0.39
1	33	33	189	29	11	SIS-1	0.37
2	33	33	29	-30	11	SIS-1	0.44
1	33	33	189	29	12	SIS-2	0.38
2	33	33	29	-30	12	SIS-2	0.45
1	33	33	189	-30	13	SLE-1	0.32
1	33	33	189	-30	14	SLE-2	0.32

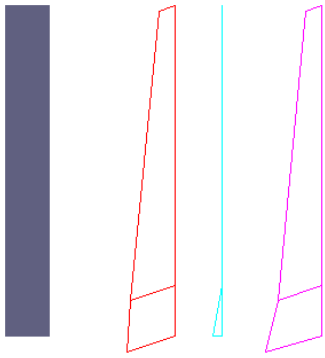
Coefficienti di spinta sul filo mensola a valle							
Strato	**Tratto di calcolo**				**Combinazione**		**Coefficiente**
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K_p
1	238	238	188	-30	1	EQU-1	2.77
1	238	238	188	-30	2	EQU-2	2.77
1	238	238	188	0	3	EQU-3	2.58
2	238	238	0	-30	3	EQU-3	2.36
1	238	238	188	0	4	EQU-4	2.56
2	238	238	0	-30	4	EQU-4	2.3

1	238	238	188	-30	5	STR-1	2.77
1	238	238	188	-30	6	STR-2	2.77
1	238	238	188	-30	7	STR-3	2.77
1	238	238	188	-30	8	STR-4	2.77
1	238	238	188	-30	9	GEO-1	2.29
1	238	238	188	-30	10	GEO-2	2.29
1	238	238	188	0	11	SIS-1	2.64
2	238	238	0	-30	11	SIS-1	2.5
1	238	238	188	0	12	SIS-2	2.63
2	238	238	0	-30	12	SIS-2	2.48
1	238	238	188	-30	13	SLE-1	2.77
1	238	238	188	-30	14	SLE-2	2.77

7.2 Pressioni

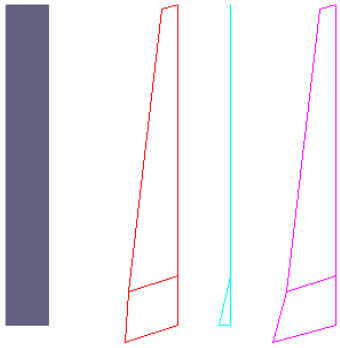
Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore (VX1, VY1) sino ad un valore (VX2, VY2).Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.

7.2.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1



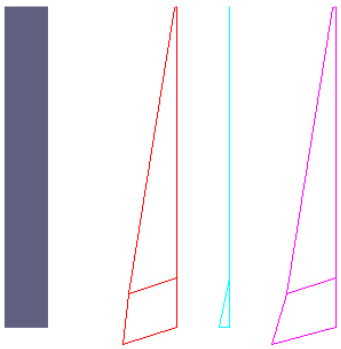
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.05	-0.01	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.13	-0.04
2	13	29	13	0	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04	0	0	-0.03	0	-0.13	-0.04	-0.16	-0.04

7.2.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2



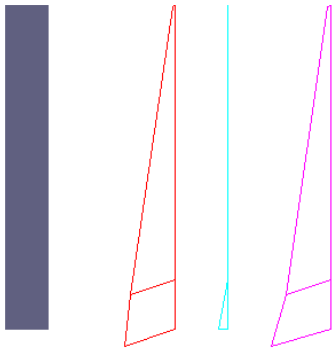
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.05	-0.01	-0.15	-0.05	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.15	-0.05
2	13	29	13	0	-0.15	-0.05	-0.15	-0.05	0	0	-0.03	0	-0.15	-0.05	-0.19	-0.05

7.2.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3



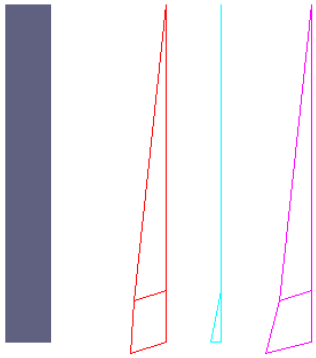
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.01	0	-0.14	-0.05	0	0	0	0	-0.01	0	-0.14	-0.05
2	13	29	13	0	-0.14	-0.05	-0.16	-0.05	0	0	-0.03	0	-0.14	-0.05	-0.19	-0.05

7.2.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-4



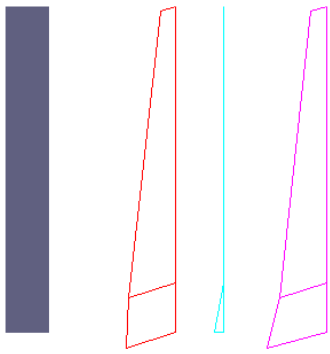
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.01	0	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.01	0	-0.13	-0.04
2	13	29	13	0	-0.13	-0.04	-0.15	-0.05	0	0	-0.03	0	-0.13	-0.04	-0.18	-0.05

7.2.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1



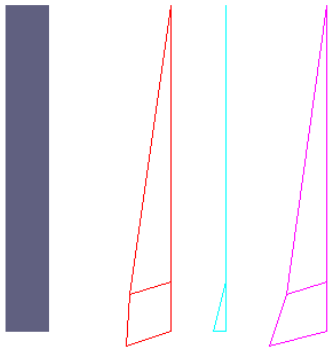
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	0	0	-0.09	-0.03	0	0	0	0	0	0	-0.09	-0.03
2	13	29	13	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	-0.03	0	-0.09	-0.03	-0.13	-0.03

7.2.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2



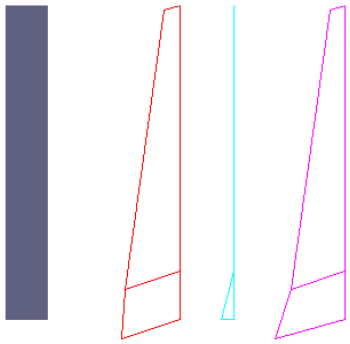
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.05	-0.01	-0.14	-0.04	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.14	-0.04
2	13	29	13	0	-0.14	-0.04	-0.14	-0.05	0	0	-0.03	0	-0.14	-0.04	-0.17	-0.05

7.2.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3



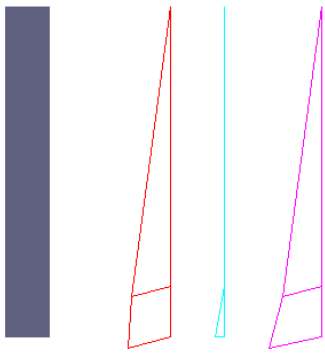
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	0	0	-0.12	-0.04	0	0	0	0	0	0	-0.12	-0.04
2	13	29	13	0	-0.12	-0.04	-0.13	-0.04	0	0	-0.04	0	-0.12	-0.04	-0.17	-0.04

7.2.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4



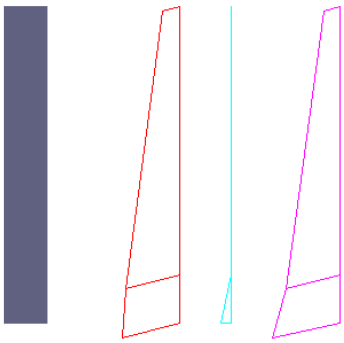
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.05	-0.01	-0.16	-0.05	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.16	-0.05
2	13	29	13	0	-0.16	-0.05	-0.17	-0.06	0	0	-0.04	0	-0.16	-0.05	-0.21	-0.06

7.2.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1



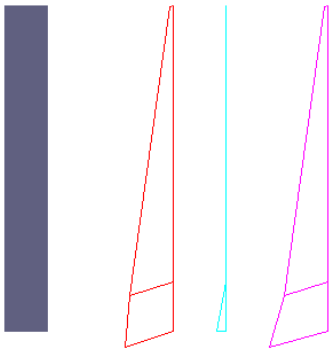
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	0	0	-0.11	-0.03	0	0	0	0	0	0	-0.11	-0.03
2	13	29	13	0	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03	0	0	-0.03	0	-0.11	-0.03	-0.15	-0.03

7.2.10 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-2



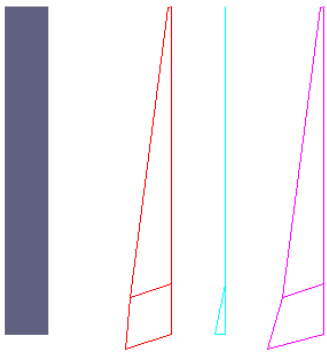
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.05	-0.01	-0.16	-0.04	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.16	-0.04
2	13	29	13	0	-0.16	-0.04	-0.17	-0.04	0	0	-0.03	0	-0.16	-0.04	-0.2	-0.04

7.2.11 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1



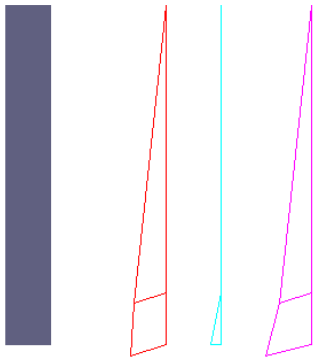
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.01	0	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.01	0	-0.13	-0.04
2	13	29	13	0	-0.13	-0.04	-0.14	-0.05	0	0	-0.03	0	-0.13	-0.04	-0.17	-0.05

7.2.12 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2



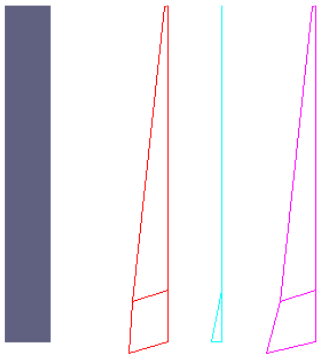
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.01	0	-0.12	-0.04	0	0	0	0	-0.01	0	-0.12	-0.04
2	13	29	13	0	-0.12	-0.04	-0.13	-0.04	0	0	-0.03	0	-0.12	-0.04	-0.16	-0.04

7.2.13 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	0	0	-0.09	-0.03	0	0	0	0	0	0	-0.09	-0.03
2	13	29	13	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	-0.03	0	-0.09	-0.03	-0.13	-0.03

7.2.14 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2	Vx_1	Vy_1	Vx_2	Vy_2
1	13	189	13	29	-0.01	0	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.01	0	-0.1	-0.03
2	13	29	13	0	-0.1	-0.03	-0.11	-0.04	0	0	-0.03	0	-0.1	-0.03	-0.14	-0.04

8 Risultante delle azioni agenti sul muro

Vengono riportate le combinazioni di calcolo ed il riepilogo delle azioni risultanti agenti sul muro per le verifiche geotecniche.

8.1 Combinazioni di calcolo

La seguente tabella mostra i coefficienti moltiplicatori delle azioni utilizzati nelle combinazioni ed i relativi gruppi di coefficienti di sicurezza parziale, definiti nella normativa.
Con l'indice stampato n uguale a 0 (A0, M0 e R0), si intendono le situazioni in cui non sono definiti dei gruppi specifici da parte della normativa ed i coefficienti moltiplicatori sono da intendersi implicitamente unitari.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A1	M1	R3	1	EQU-1	0.9	1.5	0	0
EQU	A1	M1	R3	2	EQU-2	1.1	1.5	0	0
EQU	A0	M0	Rs	3	EQU-3	1	0.3	1	1
EQU	A0	M0	Rs	4	EQU-4	1	0.3	1	-1
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1	1.5	0	0
STR	A1	M1	R3	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R3	4	STR-4	1.3	1.5	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	2	GEO-2	1	1.3	0	0
SIS	A0	M0	Rs	1	SIS-1	1	0.3	1	1
SIS	A0	M0	Rs	2	SIS-2	1	0.3	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0
SLE	A0	M0	R0	2	SLE-2	1	0.3	0	0

8.1.1 Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-41.55
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-6.32
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.26
Spinta del terreno a monte	32	61	-21.85	-7.1
Spinta del terreno a valle	-237	43	105.35	26.27
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.57	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.4	0
Carichi applicati al muro	0	0	0	-0.45
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-3
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-50.78
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.72
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-7.65
Spinta del terreno a monte	32	59	-24.47	-7.95
Spinta del terreno a valle	-237	43	128.76	32.1
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.91	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.49	0
Carichi applicati al muro	0	0	0	-0.55
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-3
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.3 Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-46.16
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.02
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.96
Spinta del terreno a monte	32	47	-22.28	-7.24
Spinta del terreno a valle	-237	43	112.91	28.15
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.74	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.45	0
Carichi applicati al muro	0	189	-0.06	-0.53
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-0.6
Forza di inerzia dovuta al muro	-107	46	-5.36	-2.68
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	23	94	-0.81	-0.41
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a valle	-228	94	-0.81	-0.4
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.4 Combinazione di carico EQU-4

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-46.16
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.02
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.96
Spinta del terreno a monte	32	48	-20.75	-6.74
Spinta del terreno a valle	-237	43	99.23	24.74
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.74	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.45	0
Carichi applicati al muro	0	189	-0.06	-0.47
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-0.6
Forza di inerzia dovuta al muro	-107	46	-5.36	2.68
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	23	94	-0.81	0.41
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a valle	-228	94	-0.81	0.4
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.5 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-46.16
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.02
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.96
Spinta del terreno a monte	32	45	-13.1	-4.26
Spinta del terreno a valle	-237	43	117.06	29.19
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.74	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.45	0
Carichi applicati al muro	0	0	0	-0.5
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.6 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-46.16
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.02
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.96
Spinta del terreno a monte	32	60	-23.16	-7.52
Spinta del terreno a valle	-237	43	117.06	29.19
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.74	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.45	0

Carichi applicati al muro	0	0	0	-0.5
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-3
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.7 Combinazione di carico STR-3

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-60.01
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-9.12
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-9.04
Spinta del terreno a monte	32	45	-17.03	-5.53
Spinta del terreno a valle	-237	43	152.17	37.94
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-2.26	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.59	0
Carichi applicati al muro	0	0	0	-0.65
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.8 Combinazione di carico STR-4

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-60.01
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-9.12
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-9.04
Spinta del terreno a monte	32	58	-27.09	-8.8
Spinta del terreno a valle	-237	43	152.17	37.94
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-2.26	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.59	0
Carichi applicati al muro	0	0	0	-0.65
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-3
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.9 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-46.16
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.02
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.96
Spinta del terreno a monte	32	48	-19.56	-6.35
Spinta del terreno a valle	-237	43	114.45	28.54
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.74	0
Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.45	0
Carichi applicati al muro	0	189	-0.04	-0.52
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-0.6
Forza di inerzia dovuta al muro	-107	46	-3.57	-1.79
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	23	94	-0.54	-0.27
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a valle	-228	94	-0.54	-0.27
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

8.1.10 Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-107	46	0	-46.16
Peso proprio del terreno/acqua a monte	23	94	0	-7.02
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-228	94	0	-6.96
Spinta del terreno a monte	32	48	-18.44	-5.99
Spinta del terreno a valle	-237	43	105.37	26.27
Spinta dell'acqua a monte	0	-10	-1.74	0

Spinta dell'acqua a valle	0	-20	0.45	0
Carichi applicati al muro	0	189	-0.04	-0.48
Carichi su terreno a monte	23	0	0	-0.6
Forza di inerzia dovuta al muro	-107	46	-3.57	1.79
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	23	94	-0.54	0.27
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a valle	-228	94	-0.54	0.27
Sottospinta dell'acqua	-88	-30	0	12.02

9 Verifiche di stabilità locale

9.1 Tensioni trasmesse sul terreno

```
Moltiplicatore spinta passiva per equilibrio                : 0.1
Pressione limite sul terreno per abbassamento               : 2.5 daN/cm2
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione        : 10.2 cm (comb. STR-3)
Momento rispetto al baricentro della fondazione             : 123 daN cm (comb. SIS-2)
Larghezza reagente minima in fondazione                     : 270 cm (comb. STR-1)
Tensione max sul terreno allo spigolo di valle              : 0.24 daN/cmq (comb. STR-4)
Tensione max sul terreno allo spigolo di monte              : 0.31 daN/cmq (comb. STR-3)
```

9.2 Verifica allo scorrimento sul piano di posa

```
Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: STR-2
Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)
Moltiplicatore spinta passiva per traslazione               : 0.5
Coefficiente di attrito caratteristico terreno-fondazione   : 0.34
Coefficiente di attrito di progetto terreno-fondazione      : 0.34
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione           : 45 daN
Sforzo tangenziale positivo all'intradosso della fondazione : 59 daN
Sforzo tangenziale negativo all'intradosso della fondazione : 25 daN
Coefficiente parziale gammaR scorrimento                    : 1.1
Coefficiente limite verifica alla traslazione               : 1
Coefficiente di sicurezza alla traslazione                  : 2.7
```

9.3 Verifica a ribaltamento

```
Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-4
Moltiplicatore spinta passiva per ribaltamento              : 0
Momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle           : 2802 daN cm
Momento stabilizzante rispetto a spigolo di valle           : -8393 daN cm
Coefficiente parziale gammaR ribaltamento                   : 1
Coefficiente limite verifica al ribaltamento                : 1
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento                   : 3
```

9.4 Verifica di collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno

```
Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: STR-2
Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)
Moltiplicatore spinta passiva per portanza terreno          : 0
Inclinazione media del pendio circostante la fondazione     : 0 °
Profondità del piano di posa                                : 218 cm
Sovraccarico agente sul piano di posa                       : 0.376 daN/cm2
Angolo di attrito di progetto del suolo di fondazione       : 28 °
Peso specifico di progetto del suolo di fondazione          : 0.00095 daN/cm3
Inclinazione della risultante rispetto alla normale         : 22.5 °
Base efficace                                               : 235 cm
Carico tangenziale al piano di posa                         : 24.4 daN/cm
Carico di progetto della fondazione (normale al P.P.)       : 59.1 daN/cm
Carico ultimo della fondazione                              : 559.7 daN/cm
Lunghezza Fondazione per verifica carico limite             : 1000 cm
Coefficiente parziale gammaR carico limite                  : 1.4
Coefficiente limite verifica al carico limite               : 1
Coefficiente di sicurezza al carico limite                  : 6.76
```

Tabella dei coefficienti di capacità portante

Coefficienti	**Coesione**	**Sovraccarico**	**Attrito**
Coefficienti di capacità portante	N_c= 26	N_q= 15	N_g= 11

Coefficienti di forma	s_c= 1	s_q= 1	s_g= 1
Coefficienti di profondità	d_c= 1.32	d_q= 1.24	d_g= 1
Coefficienti di inclinazione del carico	i_c= 0.26	i_q= 0.31	i_g= 0.18
Coefficienti di inclinazione del piano di posa della fondazione	b_c= 1	b_q= 1	b_g= 1
Coefficienti di inclinazione del pendio	g_c= 1	g_q= 1	g_g= 1

9.5 Verifica di sollevamento idraulico (Stato limite UPL - upload)

```
Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-4
Forza stabilizzante sovrastante il piano posa (Rd)          : -64.5 daN/cm
Sottospinta idraulica verticale (Ed)                        : 12 daN/cm
Coefficiente limite verifica al sollevamento (upload)       : 1
Coefficiente di sicurezza al sollevamento (upload)          : 5.36
```

10 Parametri per dimensionamento armatura

Metodo di calcolo: D.M. 17-01-18 Norme Tecniche per le Costruzioni

```
Rck (resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo)  : 300 daN/cmq
Modulo elastico longitudinale Ec                         : 314472 daN/cmq
Rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio         : 15
Rapporto Ea/Ec per calcolo ampiezza fessure              : 7
Fyk (tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio): 4500 daN/cmq
Fattore parziale di sicurezza dell'acciaio               : 1.15
Fattore parziale di sicurezza del calcestruzzo           : 1.5
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure          : 0.5
Riduzione della tau di aderenza per cattiva aderenza     : 0.7
fct,eff/fctm per calcolo ampiezza fessure                : 0.83
Limite sigmac/fck                                        : 0.45
Limite sigmaf/fyk                                        : 0.8
Ampiezza limite delle fessure                            : 0.3 mm
Coefficiente Beta per punzonamento pali sul bordo        : 1.4
Coefficiente Beta per punzonamento pali interni          : 1.15
```

11 Sollecitazioni e verifiche strutturali

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.
Verifiche sismiche condotte in campo sostanzialmente elastico
EpsS% max : 0.186 %
EpsC% max : 0.2 %

Significato dei simboli:
X: ascissa del baricentro della sezione
Y: ordinata del baricentro della sezione
H: altezza della sezione
A_s: area efficace dello strato superiore per metro
C_s: copriferro medio dello strato superiore
A_i: area efficace dello strato inferiore per metro
C_i: copriferro medio dello strato inferiore
v_{ml}: soddisfacimento delle percentuali minime di armatura
c_{res}: combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta
M_d: momento di calcolo
N_d: sforzo normale di calcolo
M_u: momento ultimo
N_u: sforzo normale ultimo
c.s.: coefficiente di sicurezza
v_{res}: soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta
X: ascissa del baricentro della sezione
Y: ordinata del baricentro della sezione
H: altezza della sezione
c_{es}: combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta
M_e: momento in esercizio
N_e: sforzo normale in esercizio
σ_f: trazione massima sull'armatura
σ_c: compressione massima sul calcestruzzo

v_{es}: soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta
c_f: combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione
M_f: momento di calcolo per la verifica di fessurazione
N_f: sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione
Srm: interasse delle fessure
W_k: ampiezza caratteristica delle fessure
v_f: soddisfacimento verifica fessurazione
X: ascissa del baricentro della sezione
Y: ordinata del baricentro della sezione
H: altezza della sezione
c_t: combinazione di carico critica per la verifica a taglio
VSd: taglio di calcolo
VRdc: taglio resistente in assenza di armatura a taglio
VRdmax: taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse
VRds: taglio resistente in presenza di armatura a taglio
v_t: soddisfacimento verifica taglio

Paramento (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A_s	C_s	A_i	C_i	v_{ml}	c_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	v_{res}
cm	cm	cm	cm^2	cm	cm^2	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	25	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-4	156435	-2305	318596	-4694	2.04	ok
0	29	25	5.6	3.5	5.6	3.5	ok	STR-4	102226	-1910	571826	-10683	5.59	ok
0	59	25	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-4	60810	-1517	365636	-9123	6.01	ok
0	89	25	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-4	31871	-1146	432778	-15565	13.6	ok
0	119	25	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-2	12619	-637	558451	-28190	44.3	ok
0	149	25	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-4	3474	-469	1297389	-175081	373	ok

X	Y	H	c_{es}	M_e	N_e	σ_f	σ_c	v_{es}	c_f	M_f	N_f	Srm	W_k	v_f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm^2	daN/cm^2			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	25	SLE-2	75654	-1613	936	-18	ok	SLE-2	75654	-1613	-	-	ok
0	29	25	SLE-2	46875	-1333	306	-9	ok	SLE-2	46875	-1333	-	-	ok
0	59	25	SLE-2	26068	-1057	245	-6	ok	SLE-2	26068	-1057	-	-	ok
0	89	25	SLE-2	12507	-797	76	-3	ok	SLE-2	12507	-797	-	-	ok
0	119	25	SLE-2	4663	-553	6	-1	ok	SLE-2	4663	-553	-	-	ok
0	149	25	SLE-2	1006	-327	0	0	ok	SLE-2	1006	-327	-	-	ok

X	Y	H	c_t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v_t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	25	STR-4	-2222	10636	-	-	ok
0	29	25	STR-4	-1677	10585	-	-	ok
0	59	25	STR-4	-1219	10535	-	-	ok
0	89	25	STR-4	-827	10487	-	-	ok
0	119	25	STR-4	-502	10442	-	-	ok
0	149	25	STR-4	-243	10399	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A_s	C_s	A_i	C_i	v_{ml}	c_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	v_{res}
cm	cm	cm	cm^2	cm	cm^2	cm			daN cm	daN		daN cm		
-208	-15	30	5.9	3.7	9	3.6	ok	STR-3	-9593	-438	-1272161	-58083	133	ok
-178	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-4	51563	-1526	962495	-28477	18.7	ok
-148	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-2	21871	-1174	1538082	-82526	70.3	ok
-118	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-2	17315	-1174	1880781	-127466	109	ok
-88	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-2	28436	-1174	1194734	-49303	42	ok
-58	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-2	55874	-1174	832799	-17491	14.9	ok
-28	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-4	107525	-1526	749084	-10628	6.97	ok
-13	-15	30	6.2	3.7	6.2	3.7	ok	STR-4	142192	-1526	712125	-7640	5.01	ok

X	Y	H	c_{es}	M_e	N_e	σ_f	σ_c	v_{es}	c_f	M_f	N_f	Srm	W_k	v_f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm^2	daN/cm^2			daN cm	daN	cm	mm	
-208	-15	30	SLE-1	-7377	-337	25	-1	ok	SLE-1	-7377	-337	-	-	ok
-178	-15	30	SLE-2	35244	-1174	146	-4	ok	SLE-2	35244	-1174	-	-	ok
-148	-15	30	SLE-2	8438	-1174	1	-1	ok	SLE-2	8438	-1174	-	-	ok
-118	-15	30	SLE-1	-11285	-1174	7	-1	ok	SLE-1	-11285	-1174	-	-	ok
-88	-15	30	SLE-1	-14297	-1174	18	-2	ok	SLE-1	-14297	-1174	-	-	ok
-58	-15	30	SLE-2	8898	-1174	2	-1	ok	SLE-2	8898	-1174	-	-	ok
-28	-15	30	SLE-2	39396	-1174	173	-5	ok	SLE-2	39396	-1174	-	-	ok
-13	-15	30	SLE-2	60905	-1174	316	-8	ok	SLE-2	60905	-1174	-	-	ok

X	Y	H	c_t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v_t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-208	-15	30	STR-3	-399	11823	-	-	ok
-178	-15	30	STR-3	-1489	11966	-	-	ok
-148	-15	30	STR-3	-982	11966	-	-	ok
-118	-15	30	STR-3	-428	11966	-	-	ok
-88	-15	30	STR-4	680	11966	-	-	ok
-58	-15	30	STR-4	1384	11966	-	-	ok
-28	-15	30	STR-4	2121	11966	-	-	ok
-13	-15	30	STR-4	2502	11966	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A_s	C_s	A_i	C_i	v_{ml}	c_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	v_{res}
cm	cm	cm	cm^2	cm	cm^2	cm			daN cm	daN		daN cm		
13	-15	30	4.7	3.7	4.7	3.7	ok	STR-4	-10609	-713	-1635546	-109859	154	ok

X	Y	H	c_{es}	M_e	N_e	σ_f	σ_c	v_{es}	c_f	M_f	N_f	Srm	W_k	v_f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm^2	daN/cm^2			daN cm	daN	cm	mm	
13	-15	30	SLE-2	-5956	-470	10	-1	ok	SLE-2	-5956	-470	-	-	ok

X	Y	H	c_t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v_t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
13	-15	30	STR-4	-850	11859	-	-	ok

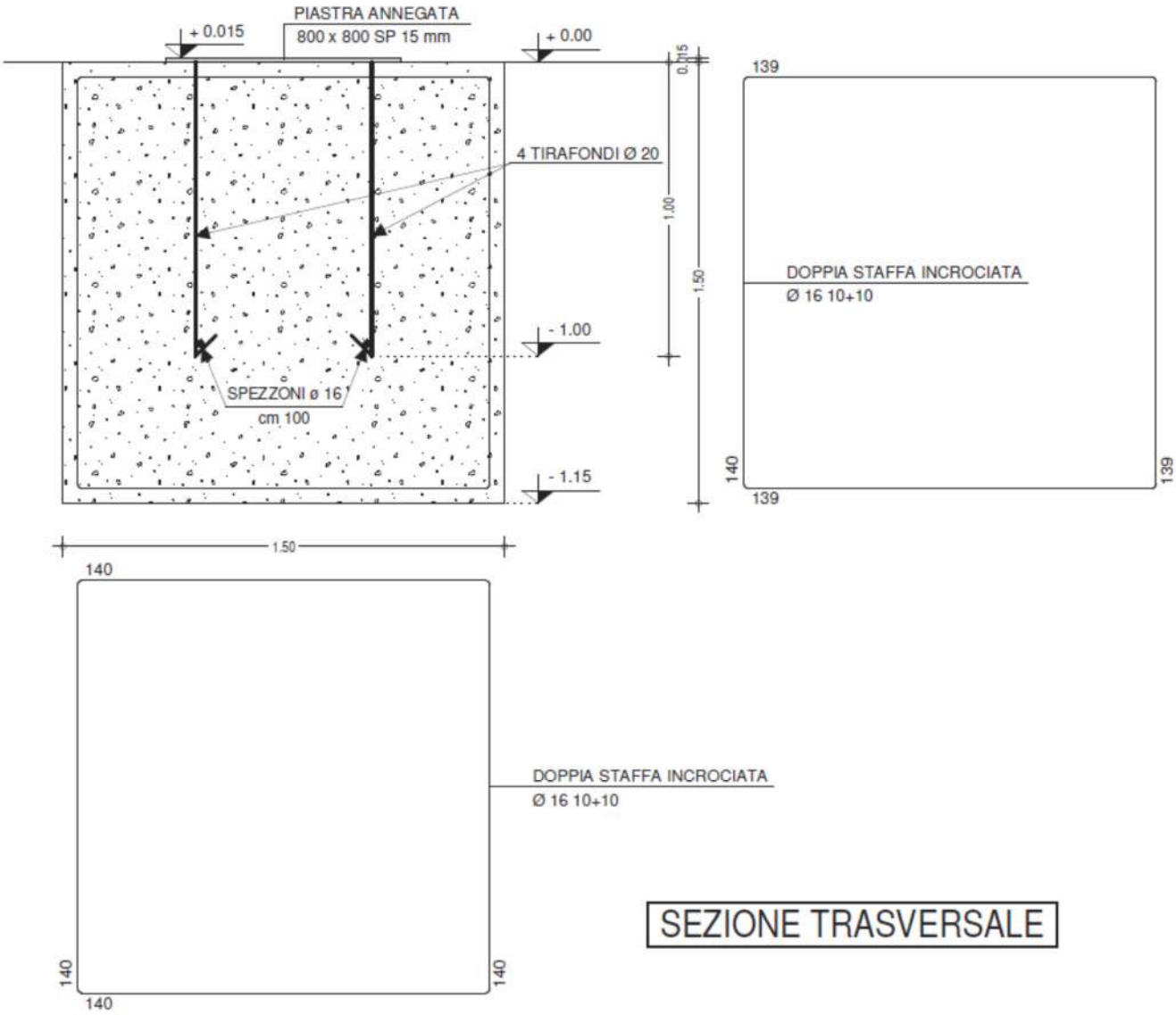
Dente (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A_s	C_s	A_i	C_i	v_{ml}	c_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	v_{res}
cm	cm	cm	cm^2	cm	cm^2	cm			daN cm	daN		daN cm		
-203	0	30	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-3	-80991	-1548	-435417	-8323	5.38	ok
-203	28	30	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-3	-51327	-1354	-497903	-13132	9.7	ok
-203	58	30	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-3	-28424	-1131	-668430	-26605	23.5	ok
-203	88	30	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-3	-13588	-894	-1316441	-86651	96.9	ok
-203	118	30	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-3	-5075	-643	-1810589	-229383	357	ok
-203	148	30	3.1	3.5	3.1	3.5	ok	STR-3	-1140	-377	-1083385	-358253	950	ok

X	Y	H	c_{es}	M_e	N_e	σ_f	σ_c	v_{es}	c_f	M_f	N_f	Srm	W_k	v_f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm^2	daN/cm^2			daN cm	daN	cm	mm	
-203	0	30	SLE-1	-62306	-1191	606	-11	ok	SLE-1	-62306	-1191	-	-	ok
-203	28	30	SLE-1	-39485	-1041	340	-7	ok	SLE-1	-39485	-1041	-	-	ok
-203	58	30	SLE-1	-21866	-870	145	-4	ok	SLE-1	-21866	-870	-	-	ok
-203	88	30	SLE-1	-10453	-688	34	-1	ok	SLE-1	-10453	-688	-	-	ok
-203	118	30	SLE-1	-3904	-495	1	0	ok	SLE-1	-3904	-495	-	-	ok
-203	148	30	SLE-1	-877	-290	0	0	ok	SLE-1	-877	-290	-	-	ok

X	Y	H	c_t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v_t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-203	0	30	STR-4	1088	12028	-	-	ok
-203	28	30	STR-4	827	12003	-	-	ok
-203	58	30	STR-4	546	11973	-	-	ok
-203	88	30	STR-4	323	11942	-	-	ok
-203	118	30	STR-4	158	11908	-	-	ok
-203	148	30	STR-4	52	11873	-	-	ok

7.2 VERIFICA PLINTO IN OPERA A SOSTEGNO DEL PORTALE PER PASSAGGIO PEDONALE

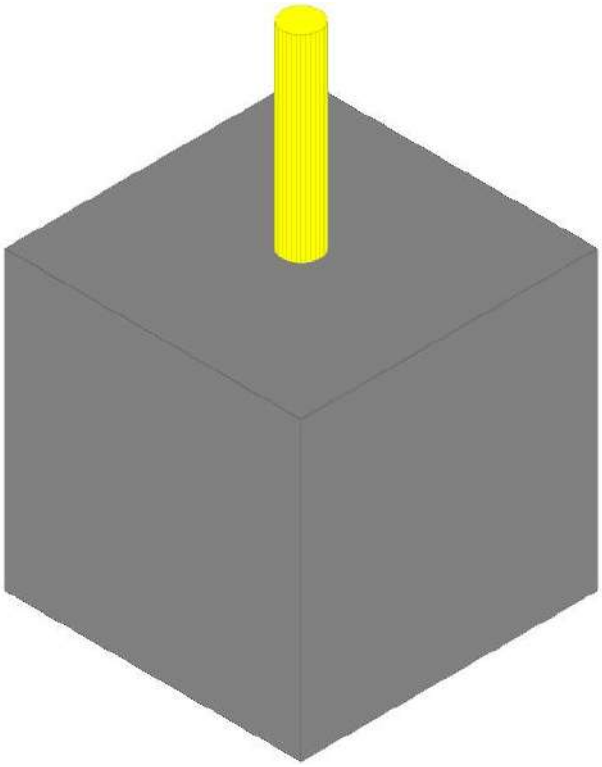


Le verifiche sono state eseguire considerando le situazioni più gravose, che corrispondono alla condizione statica sotto la spinta massima del vento.

Dato il valore limitato delle masse in gioco, la componente sismica risulta invece essere poco significativa ed pertanto è stata trascurata.

Le unità di misura sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.
Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C25/30; Resistenza cubica caratteristica Rck: 300
Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 4500

Caratteristiche geometriche

Suola: dimensione x: 150; dimensione y: 150; spessore: 150
Pilastro circolare: diametro: 18.3
Copriferro: suola: 5

Azioni esterne complessive

Famiglia "Limite ultimo"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLU 1	0	0	-300	0	0	1.3
SLU 1	0	520	-230	-280500	0	1
SLU 2	220	0	-230	0	101000	1

Famiglia "Esercizio rara"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLE RA 1	0	0	-230	0	0	1
SLE RA 2	0	345	-230	-187000	0	1
SLE RA 3	145	0	-230	0	69000	1

Famiglia "Esercizio frequente"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLE FR 1	0	0	-230	0	0	1

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLE QP 1	0	0	-230	0	0	1

Famiglia "Equilibrio"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
EQ 1	0	0	-300	0	0	1.3
EQ 2	0	520	-230	-280500	0	1
EQ 3	220	0	-230	0	101000	1

Pressioni raggiunte sul terreno

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo 1.44

Comb.	σt max	σt min	σt verifica	Verifica
SLU 1	0	-0.9	-1.3	Si
SLU 2	-0.21	-0.56	-1.3	Si
SLU 1	-0.5	-0.5	-1.3	Si

Verifiche a ribaltamento

Famiglia "Equilibrio", Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Coefficiente di sicurezza minimo 1.58

Comb.	Asse di rotazione								Verifica
	x1	y1	x2	y2	γR	Mrib	Mstb	c.s.	
EQ 2	75	75	-75	75	1.15	358500	565272	1.58	Si
SLU 1	75	75	-75	75	1.15	358500	565272	1.58	Si
EQ 3	75	-75	75	75	1.15	134000	565272	4.22	Si
SLU 2	75	-75	75	75	1.15	134000	565272	4.22	Si
EQ 1	75	75	-75	75	1.15	0	734918	999	Si

Verifiche geotecniche di scorrimento e capacità portante

Caratteristiche del terreno a contatto con il piano di posa della fondazione

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Limo-sabbioso	0.00185	0.00195	28	18	0	0	0

Caratteristiche del terreno di progetto per la capacità portante della fondazione

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Limo-sabbioso	0.00185	0.00195	28	18	0	0	0

Caratteristiche del terreno laterale di approfondimento della fondazione

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Limo-sabbioso	0.00185	0.00195	28	18	0	0	0

Verifica di scorrimento

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 4.92

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 1	520	-8668	LT	0	18	0	1.1	2560	520	4.92	Si
SLU 2	220	-8668	LT	0	18	0	1.1	2560	220	11.64	Si
SLU 1	0	-11269	LT	0	18	0	1.1	3329	0	999	Si

Verifica di capacità portante

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 4.34

Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLU 1	0	520	-8668	-280500	0	85	150	LT	0	28	0.0011	0.28	0	2.3	37609	8668	4.34		Si
SLU 2	220	0	-8668	0	101000	127	150	LT	0	28	0.0011	0.28	0	2.3	67073	8668	7.74		Si
SLU 1	0	0	-11269	0	0	150	150	LT	0	28	0.0011	0.28	0	2.3	87656	11269	7.78		Si

Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo"

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
14.7	25.8	16.7	1.3	1.32	0.77	1.3	1.4	1	0.9	0.9	0.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14.7	25.8	16.7	1.45	1.48	0.66	1.3	1.4	1	0.96	0.96	0.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14.7	25.8	16.7	1.53	1.57	0.6	1.3	1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Verifiche della suola

Superficie su cui è valutata la pressione del suolo: rettangolare a filo pilastro
Armatura inferiore in direzione X 10 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione X 10 diam. 16 mm
Armatura inferiore in direzione Y 10 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione Y 10 diam. 16 mm

Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 89.81
Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 20.6

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	V	Vrd	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLU 1	121448	10907045	2923	60200	Si
norm.Y-	filo pil.	SLU 1	-107154	-10907045	-2689	60200	Si
norm.X+	filo pil.	SLU 2	44629	11041845	1096	60737	Si
norm.X-	filo pil.	SLU 2	-37980	-11041845	-894	60737	Si
norm.Y+	filo pil.	SLU 1	4336	10907045	132	60200	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Valori limite: σc lim. 149.4 σf lim. 3600
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 1083.17

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	σC	σF	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLE RA 2	79799	no	-0.1	0.8	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE RA 2	-73150	no	-0.1	0.7	Si
norm.X+	filo pil.	SLE RA 3	31542	no	-0.1	0.3	Si
norm.X-	filo pil.	SLE RA 3	-24893	no	0	0.3	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE RA 1	3324	no	0	0	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04
Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	wd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE FR 1	3324	no	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE FR 1	3324	no	0	Si
norm.X-	filo pil.	SLE FR 1	3324	no	0	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE FR 1	3324	no	0	Si

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Valori limite: σc lim. 112.1 w lim. 0.03
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 19500
Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	σC	wd	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLE QP 1	3324	no	0	0	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE QP 1	3324	no	0	0	Si
norm.X+	filo pil.	SLE QP 1	3324	no	0	0	Si
norm.X-	filo pil.	SLE QP 1	3324	no	0	0	Si

Verifiche a punzonamento

Famiglia "Limite ultimo"

Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)

Coefficiente di sicurezza minimo 38.59

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	β	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLU 1	pilastro	143.4	57	no	-230	26.13	98	98	0.73	28.22	Si
SLU 2	pilastro	143.4	57	no	-230	10.05	98	101	0.28	28.22	Si
SLU 1	pilastro	143.4	57	no	-300	1	98	131	0.04	28.22	Si

Verifiche a distanza <=2d dall'elemento punzonante (perimetro U1)

Coefficiente di sicurezza minimo 256.09

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	β	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	ρ_l	VRd	Asw	VRd,cs	Verifica
SLU 1	pilastro	143.4	17.2	233	si	-230	148.63	828	1017	0.18	0.0013	46.85	0	0	Si
SLU 2	pilastro	143.4	5.7	94	no	-230	9.04	173	267	0.09	0.0013	140.56	0	0	Si
SLU 1	pilastro	143.4	5.7	94	no	-300	1	173	348	0.01	0.0013	140.56	0	0	Si

Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 17.2 dal pilastro

Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y
1	-26.4	-75	2	26.4	-75	3	26.4	0	4	25.9	5.2	5	24.4	10.1	6	22	14.7
7	18.7	18.7	8	14.7	22	9	10.1	24.4	10	5.2	25.9	11	0	26.4	12	-5.2	25.9
13	-10.1	24.4	14	-14.7	22	15	-18.7	18.7	16	-22	14.7	17	-24.4	10.1	18	-25.9	5.2
19	-26.4	0															

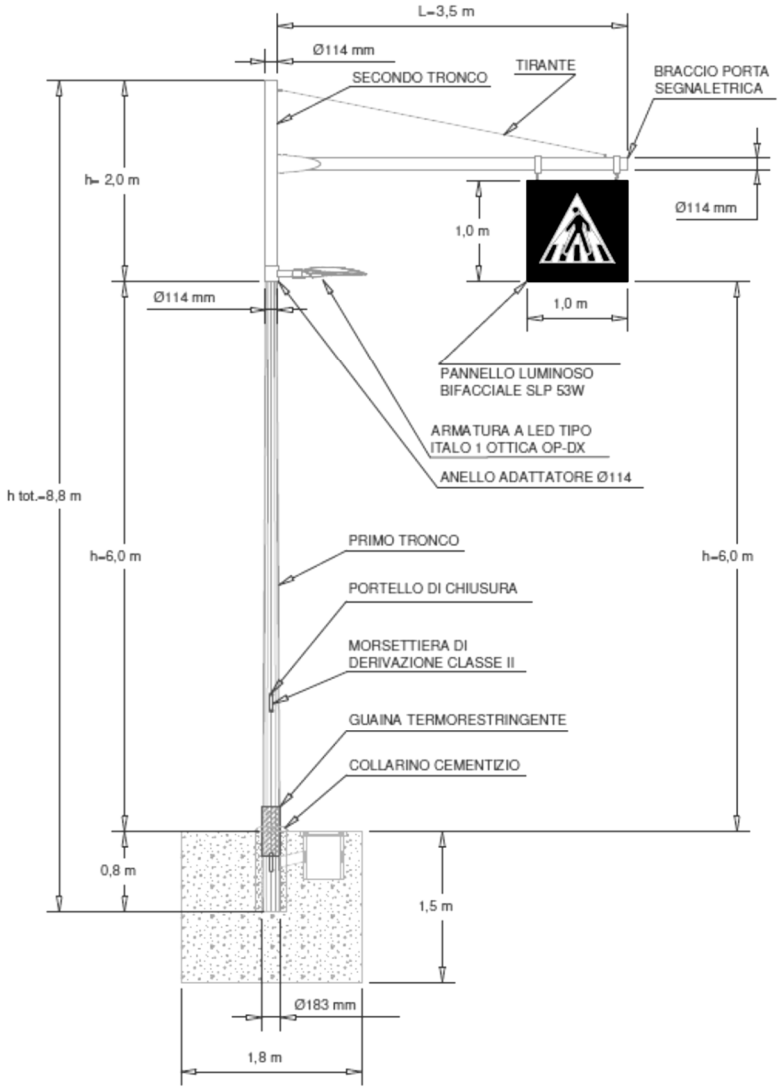
Significato dei simboli utilizzati:

Descrizione: *nome usato per identificare l'azione*
Fx: *componente della forza lungo l'asse X del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN]*
Fy: *componente della forza lungo l'asse Y del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN]*
Fz: *componente della forza lungo l'asse Z del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN]*
Mx: *componente del momento attorno l'asse X del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN*cm]*
My: *componente del momento attorno l'asse Y del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN*cm]*
γG: *coefficiente parziale di sicurezza da applicare al peso proprio del plinto e del terreno di riporto*
Comb.: *combinazione*
σt max: *massimo valore della pressione di compressione [daN/cm²]*
σt min: *minimo valore della pressione di compressione [daN/cm²]*
σt verifica: *valore di confronto della pressione di compressione [daN/cm²]*
Verifica: *stato di verifica*
Asse di rotazione: *asse di rotazione considerato (lato fondazione)*
x1: *ascissa punto 1 [cm]*
y1: *ordinata punto 1 [cm]*
x2: *ascissa punto 2 [cm]*
y2: *ordinata punto 2 [cm]*
γR: *coefficiente parziale sulla resistenza di progetto*
Mrib: *momento ribaltante rispetto all'asse di rotazione [daN*cm]*
Mstb: *momento stabilizzante rispetto all'asse di rotazione [daN*cm]*
c.s.: *coefficiente di sicurezza*
Descrizione: *descrizione del terreno*
γ naturale: *peso specifico naturale del terreno [daN/cm³]*
γ saturo: *peso specifico saturo del terreno [daN/cm³]*
Angolo Attrito Interno: *angolo di attrito interno del terreno [deg]*
Angolo Attrito δ: *angolo di attrito all'interfaccia fondazione [deg]*
Coesione Efficace: *coesione efficace del terreno [daN/cm²]*

***Coesione Non Drenata**: coesione non drenata del terreno [daN/cm²]*
***Coeff. Adesione**: coefficiente di adesione della coesione*
***Azione orizz.**: componente orizzontale del carico [daN]*
***Azione vert.**: componente verticale del carico [daN]*
***Cond.**: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT)*
***Adesione**: adesione di progetto [daN/cm²]*
***Attrito**: angolo di attrito di progetto [deg]*
***Laterale**: resistenza passiva laterale unitaria di progetto [daN/cm²]*
***Rd**: resistenza alla traslazione di progetto [daN]*
***Ed**: azione di progetto [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza allo scorrimento*
***Cmb**: combinazione*
***Fx**: componente lungo x del carico [daN]*
***Fy**: componente lungo y del carico [daN]*
***Fz**: componente verticale del carico [daN]*
***Mx**: componente lungo x del momento [daN*cm]*
***My**: componente lungo y del momento [daN*cm]*
***B'**: larghezza efficace [cm]*
***L'**: lunghezza efficace [cm]*
***Cnd**: condizione valutazione resistenza a breve o lungo termine (BT - LT)*
***Coes**: coesione di progetto [daN/cm²]*
***Phi**: angolo di attrito di progetto [deg]*
***Peso**: peso specifico del terreno di progetto [daN/cm³]*
***Ovl**: sovraccarico laterale da piano di posa [daN/cm²]*
***Amax**: accelerazione normalizzata massima attesa al suolo*
***Rd**: resistenza alla rottura del complesso di progetto [daN]*
***Ed**: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa) [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza alla capacità portante*
***Note**: note di verifica (1 Ipotesi errate, 2 Espulsione coesivo, 3 Inclinazione eccessiva, 4 Eccentricità eccessiva, 5 Carico eccessivo)*
***N**:*
***Nq**: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico*
***Nc**: fattore di capacità portante per il termine coesivo*
***Ng**: fattore di capacità portante per il termine attritivo*
***S**:*
***Sq**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico*
***Sc**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo*
***Sg**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo*
***D**:*
***Dq**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico*
***Dc**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo*
***Dg**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo*
***I**:*
***Iq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico*
***Ic**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo*
***Ig**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo*
***G**:*
***Gq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico*
***Gc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo*
***Gg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo*
***P**:*
***Pq**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico*
***Pc**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo*
***Pg**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo*
***E**:*
***Eq**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine di sovraccarico*
***Ec**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine coesivo*
***Eg**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine attritivo*
***Desc.**: descrizione*
***Tipo sez.**: asse o filo pilastro, filo risega*
***M**: momento flettente [daN*cm]*
***Mu**: momento ultimo [daN*cm]*
***V**: sforzo di taglio [daN]*
***Vrd**: taglio ultimo in assenza di armature trasversali [4.1.14] [daN]*
***Fessurata**: stato fessurato o non fessurato*
***σC**: tensione nel calcestruzzo [daN/cm²]*
***σF**: tensione nell'acciaio [daN/cm²]*
***wd**: apertura delle fessure [cm]*
***Elemento punzonante**: elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiere*
***d**: altezza utile [cm]*
***Perimetro**: lunghezza utile del perimetro [cm]*
***Perim. minim.**: perimetro critico con lati non attivi*
***N**: carico dal pilastro [daN]*
***β**: coefficiente UNI EN 1992-1-1 (6.38)*
***Peso cono**: peso del cono punzonato e del suolo sovrastante [daN]*
***Reazione suolo**: reazione del suolo di fondazione [daN]*
***VEd,red**: tensione tangenziale [daN/cm²]*
***VRd,max**: resistenza in adiacenza al pilastro [daN/cm²]*
***Elem. punz.**: elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiere*
***Offset**: distanza dal bordo pilastro del perimetro critico [cm]*
***Perim. utile**: lunghezza utile del perimetro [cm]*
***ρ_l**: densità di armatura tesa*

***VRd**: resistenza in assenza di armature a taglio [daN/cm²]*
***Asw**: area efficace di ferri piegati [cm²]*
***VRd,cs**: resistenza in presenza di armature a taglio [daN/cm²]*
***Vert.**: vertice*
***x**: coordinata x [cm]*
***y**: coordinata y [cm]*

7.3 VERIFICA PLINTO PREFABBRICATO A SOSTEGNO DEL PALO DELLA LUCE



MODALITA' DI POSA (prescritte dalla ditta fornitrice del manufatto prefabbricato)

Il manufatto fa posato su uno strato di magrone di livellamento in direzione qualsiasi anche nella direzione della minore dimensione essendo stato effettuata la verifica nella condizione più gravosa. Il riempimento del cavo viene fatto con sabbia costipata. Nel caso il manufatto interessi riporti e zone in cui il terreno è stato manomesso e pertanto con portanza ridotta, dovranno essere valutate operazioni di bonifica. Il posizionamento in scarpate è da evitare. Per il riempimento dell'alloggiamento del palo è consigliato l'uso di malte cementizie espansive. Il plinto deve essere completamento inserito nel terreno essendo stata valutata la condizione statica d'incastro al piede.

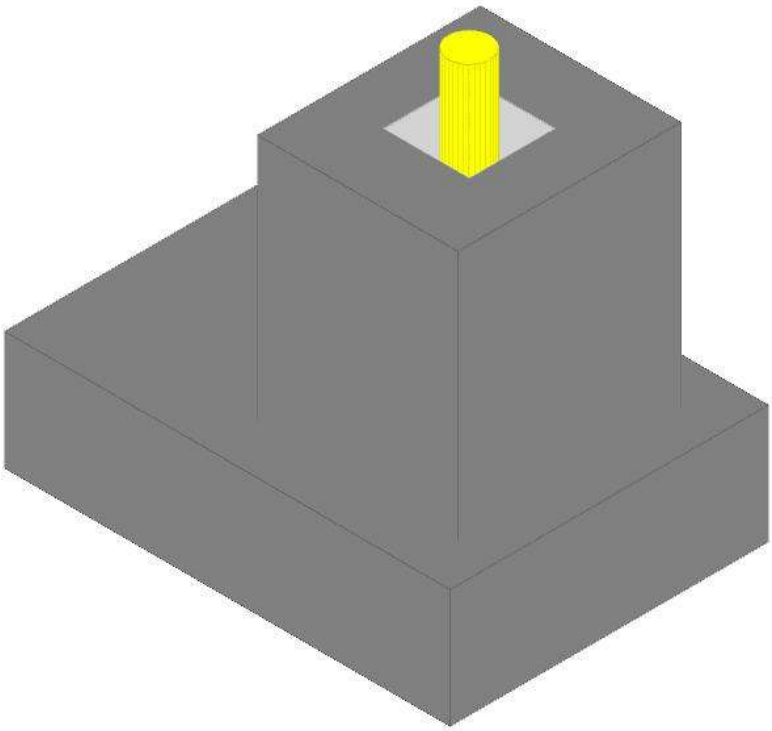
E' necessario il rinforzo del plinto prefabbricato, gettando sul fondo e sul contorno, uno spessore di calcestruzzo R_{ck} 250 armato con rete $\phi 6$ sulla base e 4 staffe $\phi 8$ distribuite sull'altezza, al fine di incrementare la superficie di appoggio ed evitare elevata eccentricità.

Le verifiche sono state eseguire considerando le situazioni più gravose, che corrispondono alla condizione statica sotto la spinta massima del vento.

Dato il valore limitato delle masse in gioco, la componente sismica risulta invece essere poco significativa ed pertanto è stata trascurata.

Le unità di misura sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.
Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C28/35; Resistenza cubica caratteristica Rck: 350
Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 4500

Caratteristiche geometriche

Suola: dimensione x: 140; dimensione y: 100; spessore: 37
Eccentricità x: 26; eccentricità y: 0
Dado: dimensione x: 63; dimensione y: 70; spessore: 78
Bicchiere: dimensione x: 27; dimensione y: 27; profondità: 78
Pilastro circolare: diametro: 13
Copriferri: suola: 4; dado: 4

Azioni esterne complessive

Famiglia "Limite ultimo"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLU 1	0	0	-182	0	0	1.3
SLU 2	0	220	-140	-110000	3300	1
SLU 3	-190	0	-140	0	-101000	1

Famiglia "Esercizio rara"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLE RA 1	0	0	-140	0	0	1
SLE RA 2	0	150	-140	-109500	0	1
SLE RA 3	190	0	-140	0	101000	1

Famiglia "Esercizio frequente"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLE FR 1	0	0	-140	0	0	1

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
SLE QP 1	89	0	-140	0	0	1

Famiglia "Equilibrio"

Descrizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	γG
EQ 1	0	0	-182	0	0	1.3
EQ 2	0	220	-140	-110000	3300	1
EQ 3	190	0	-140	0	101000	1

Pressioni raggiunte sul terreno

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo 1.37

Comb.	σt max	σt min	σt verifica	Verifica
SLU 2	0	-0.95	-1.3	Si
SLU 3	0	-0.53	-1.3	Si
SLU 1	-0.29	-0.39	-1.3	Si

Verifiche a ribaltamento

Famiglia "Equilibrio", Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Coefficiente di sicurezza minimo 1.18

Comb.	Asse di rotazione								Verifica
	x1	y1	x2	y2	γR	Mrib	Mstb	c.s.	
EQ 2	70	50	-70	50	1.15	135300	159947	1.18	Si
SLU 2	70	50	-70	50	1.15	135300	159947	1.18	Si
EQ 3	70	-50	70	50	1.15	122850	213188	1.74	Si
SLU 3	-70	50	-70	-50	1.15	122850	234664	1.91	Si
EQ 2	70	-50	70	50	1.15	3300	213188	64.6	Si

Verifiche geotecniche di scorrimento e capacità portante

Caratteristiche del terreno a contatto con il piano di posa della fondazione

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Limo-sabbioso	0.00185	0.00195	28	18	0	0	0

Caratteristiche del terreno di progetto per la capacità portante della fondazione

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Limo-sabbioso	0.00185	0.00195	28	18	0	0	0

Caratteristiche del terreno laterale di approfondimento della fondazione

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Limo-sabbioso	0.00185	0.00195	28	18	0	0	0

Verifica di scorrimento

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 4.94

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 2	220	-3679	LT	0	18	0	1.1	1087	220	4.94	Si
SLU 3	190	-3679	LT	0	18	0	1.1	1087	190	5.72	Si
SLU 1	0	-4782	LT	0	18	0	1.1	1413	0	999	Si

Verifica di capacità portante

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 2.82

Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLU 2	0	220	-3679	-110000	15649	40	131	LT	0	28	0.00166	0.21	0	2.3	10375	3679	2.82		Si
SLU 3	-190	0	-3679	0	-88651	92	100	LT	0	28	0.00166	0.21	0	2.3	24373	3679	6.63		Si
SLU 1	0	0	-4782	0	16053	100	133	LT	0	28	0.00166	0.21	0	2.3	37527	4782	7.85		Si

Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo"

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
14.7	25.8	16.7	1.16	1.17	0.88	1.26	1.34	1	0.9	0.89	0.84	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14.7	25.8	16.7	1.49	1.52	0.63	1.26	1.34	1	0.92	0.92	0.87	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14.7	25.8	16.7	1.4	1.43	0.7	1.26	1.34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Verifiche della suola

Superficie su cui è valutata la pressione del suolo: rettangolare a filo pilastro e a filo dado
Armatura inferiore in direzione X 5 diam. 6 mm Armatura superiore in direzione X 4 diam. 2 mm
Armatura inferiore in direzione Y 7 diam. 10 mm Armatura superiore in direzione Y 4 diam. 2 mm

Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 2.01
Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 6.12

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	V	Vrd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLU 3	-14937	-29961	-736	10315	Si
norm.Y-	filo pil.	SLU 2	-32613	-67455	-1511	9245	Si
norm.X-	filo ris.	SLU 3	44530	178485	1112	14675	Si
norm.X-	filo pil.	SLU 3	71681	642190	1020	35525	Si
norm.X+	filo ris.	SLU 3	-1781	-27115	-276	14735	Si
norm.Y+	filo ris.	SLU 2	8886	667540	1108	20207	Si

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	V	Vrd	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLU 2	55105	2218050	1859	49456	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Valori limite: σc lim. 174.3 σf lim. 3600
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 93.83

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	σC	σF	Verifica
norm.X-	filo ris.	SLE RA 3	-42652	no	-1.9	9.2	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE RA 2	54670	no	-0.4	1.9	Si
norm.X-	filo pil.	SLE RA 3	-69185	no	-0.3	-0.8	Si
norm.Y+	filo ris.	SLE RA 2	8799	no	-0.3	1.2	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE RA 2	-32616	no	-0.2	0.2	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04
Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	wd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE FR 1	2900	no	0	Si
norm.X+	filo ris.	SLE FR 1	481	no	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE FR 1	2143	no	0	Si
norm.Y+	filo ris.	SLE FR 1	409	no	0	Si
norm.X-	filo pil.	SLE FR 1	605	no	0	Si

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Valori limite: σc lim. 130.7 w lim. 0.03
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 6224.03
Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	σC	wd	Verifica
norm.X+	filo ris.	SLE QP 1	481	no	0	0	Si
norm.X+	filo pil.	SLE QP 1	2900	no	0	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE QP 1	2143	no	0	0	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE QP 1	2143	no	0	0	Si
norm.Y+	filo ris.	SLE QP 1	409	no	0	0	Si

Verifiche a punzonamento

Famiglia "Limite ultimo"

Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)

Coefficiente di sicurezza minimo 14.07

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	β	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLU 2	pilastro	32.2	41	no	-140	23.8	12	23	2.34	32.92	Si
SLU 3	pilastro	32.2	41	no	-140	21.93	12	21	2.19	32.92	Si
SLU 1	pilastro	32.2	41	no	-182	1	12	47	0.11	32.92	Si

Verifiche a distanza <=2d dall'elemento punzonante (perimetro U1)

Coefficiente di sicurezza minimo 31.03

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	β	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	ρ_l	VRd	Asw	VRd,cs	Verifica
SLU 2	pilastro	32.2	14.2	165	si	-140	1638	109	247	0.66	0.0011	20.5	0	0	Si
SLU 3	pilastro	32.2	11.6	145	si	-140	562.94	87	221	0.76	0.0011	25.06	0	0	Si
SLU 1	pilastro	32.2	3.9	65	no	-182	1	21	121	0.04	0.0011	75.18	0	0	Si

Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 14.2 dal pilastro

Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y
1	5.3	-50	2	46.7	-50	3	46.7	0	4	46.3	4	5	45.2	7.9	6	43.2	11.5
7	40.7	14.7	8	37.5	17.2	9	33.9	19.2	10	30	20.3	11	26	20.7	12	22	20.3
13	18.1	19.2	14	14.5	17.2	15	11.3	14.7	16	8.8	11.5	17	6.8	7.9	18	5.7	4
19	5.3	0															

Verifiche del bicchiere

Verifiche delle pareti per tensoflessione e taglio del bordo superiore

Sezione di normale X B=39 H=21.5 sezione di normale Y B=39 H=18
Armatura interna 2 diam.6 armatura esterna 2 diam.8

Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 2.62

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	SLU 3	-140	-190	0	0	-101000	1027	9081	2694	23816	Si
Y	SLU 2	-140	0	220	-110000	3300	1128	6246	3163	17518	Si
Y	SLU 3	-140	-190	0	0	-101000	0	9081	0	43354	Si
X	SLU 2	-140	0	220	-110000	3300	28	6246	210	46881	Si
X	SLU 1	-182	0	0	0	0	0	0	0	48813	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica
Valori limite: σc lim. 174.3 σf lim. 3600
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 40.97

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	σF	Verifica
Y	SLE RA 3	0	9081	no	-4.3	14.1	Si
X	SLE RA 2	0	5729	no	-1.9	7.2	Si
X	SLE RA 3	1027	9081	no	-1.8	19	Si

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	σF	Verifica
Y	SLE RA 2	1077	5729	no	-1.2	18.5	Si
X	SLE RA 1	0	0	no	0	0	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04
Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	wd	Verifica
X	SLE FR 1	0	0	no	0	Si
Y	SLE FR 1	0	0	no	0	Si

Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Si stampano le situazioni più gravose per tipo di verifica
Valori limite: σc lim. 130.7 w lim. 0.03
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 549.8
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	wd	Verifica
Y	SLE QP 1	0	508	no	-0.2	0	Si
X	SLE QP 1	57	508	no	-0.1	0	Si

Verifiche delle pareti nel funzionamento tirante-puntone

Non solo le armature di spigolo sono prese in conto in verifica.
Armatura verticale 16 diam.8 mm (16 di spigolo)
Spessore puntone in direzione X 21.5 Spessore puntone in direzione Y 18

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo 5.66

					Direzione X						Direzione Y								
Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	F'sd/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'sd/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	σx+σy	σ limite	Verifica
SLU 2	0	220	-110000	3300	53	28	46	53217	37	2.01	50	1128	1761	47803	1353	2.01	691	3913	Si
SLU 3	-190	0	0	-101000	53	1027	1696	53217	1349	2.01	50	0	0	47803	0	2.01	671	3913	Si
SLU 1	0	0	0	0	53	0	0	53217	0	2.01	50	0	0	47803	0	2.01	0	3913	Si

Verifiche della sezione anulare di base

Armature verticali 16 diam.8 mm

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 9.39
Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 32.95

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLU 3	-746	0	-115820	9.39	-190	0	6260	8767	5887	7376	55404	82921	Si
SLU 2	-746	-92840	3300	14.38	0	220	6260	8767	5887	7376	55404	82921	Si
SLU 1	-754	0	0	684.48	0	0	6261	8767	5887	7376	55405	82922	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Valori limite: σc lim. 174.3 σf lim. 3600
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 63.79

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	σF	Verifica
SLE RA 3	-746	0	115820	no	-2.7	12.1	Si
SLE RA 2	-746	-97800	0	no	-2.1	9	Si
SLE RA 1	-746	0	0	no	-0.2	-1.3	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04
Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-746	0	0	no	0	Si

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Valori limite: σc lim. 130.7 w lim. 0.03
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 371.75
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	wd	Verifica
SLE QP 1	-746	0	6942	no	-0.4	0	Si

Significato dei simboli utilizzati:

Descrizione: *nome usato per identificare l'azione*
Fx: *componente della forza lungo l'asse X del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN]*
Fy: *componente della forza lungo l'asse Y del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN]*
Fz: *componente della forza lungo l'asse Z del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN]*
Mx: *componente del momento attorno l'asse X del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN*cm]*
My: *componente del momento attorno l'asse Y del sistema di riferimento in sommità del plinto [daN*cm]*
γG: *coefficiente parziale di sicurezza da applicare al peso proprio del plinto e del terreno di riporto*
Comb.: *combinazione*
σt max: *massimo valore della pressione di compressione [daN/cm²]*
σt min: *minimo valore della pressione di compressione [daN/cm²]*
σt verifica: *valore di confronto della pressione di compressione [daN/cm²]*
Verifica: *stato di verifica*
Asse di rotazione: *asse di rotazione considerato (lato fondazione)*
x1: *ascissa punto 1 [cm]*
y1: *ordinata punto 1 [cm]*
x2: *ascissa punto 2 [cm]*
y2: *ordinata punto 2 [cm]*

***γR**: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto*
***Mrib**: momento ribaltante rispetto all'asse di rotazione [daN*cm]*
***Mstb**: momento stabilizzante rispetto all'asse di rotazione [daN*cm]*
***c.s.**: coefficiente di sicurezza*
***σx+σy**: somma delle tensioni nelle due direzioni [daN/cm²]*
***σ limite**: massima tensione di normativa [daN/cm²]*
***Descrizione**: descrizione del terreno*
***γ naturale**: peso specifico naturale del terreno [daN/cm³]*
***γ saturo**: peso specifico saturo del terreno [daN/cm³]*
***Angolo Attrito Interno**: angolo di attrito interno del terreno [deg]*
***Angolo Attrito δ**: angolo di attrito all'interfaccia fondazione [deg]*
***Coesione Efficace**: coesione efficace del terreno [daN/cm²]*
***Coesione Non Drenata**: coesione non drenata del terreno [daN/cm²]*
***Coeff. Adesione**: coefficiente di adesione della coesione*
***Azione orizz.**: componente orizzontale del carico [daN]*
***Azione vert.**: componente verticale del carico [daN]*
***Cond.**: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT)*
***Adesione**: adesione di progetto [daN/cm²]*
***Attrito**: angolo di attrito di progetto [deg]*
***Laterale**: resistenza passiva laterale unitaria di progetto [daN/cm²]*
***Rd**: resistenza alla traslazione di progetto [daN]*
***Ed**: azione di progetto [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza allo scorrimento*
***Cmb**: combinazione*
***Fx**: componente lungo x del carico [daN]*
***Fy**: componente lungo y del carico [daN]*
***Fz**: componente verticale del carico [daN]*
***Mx**: componente lungo x del momento [daN*cm]*
***My**: componente lungo y del momento [daN*cm]*
***B'**: larghezza efficace [cm]*
***L'**: lunghezza efficace [cm]*
***Cnd**: condizione valutazione resistenza a breve o lungo termine (BT - LT)*
***Coes**: coesione di progetto [daN/cm²]*
***Phi**: angolo di attrito di progetto [deg]*
***Peso**: peso specifico del terreno di progetto [daN/cm³]*
***Ovl**: sovraccarico laterale da piano di posa [daN/cm²]*
***Amax**: accelerazione normalizzata massima attesa al suolo*
***Rd**: resistenza alla rottura del complesso di progetto [daN]*
***Ed**: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa) [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza alla capacità portante*
***Note**: note di verifica (1 Ipotesi errate, 2 Espulsione coesivo, 3 Inclinazione eccessiva, 4 Eccentricità eccessiva, 5 Carico eccessivo)*
***N**:*
***Nq**: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico*
***Nc**: fattore di capacità portante per il termine coesivo*
***Ng**: fattore di capacità portante per il termine attritivo*
***S**:*
***Sq**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico*
***Sc**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo*
***Sg**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo*
***D**:*
***Dq**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico*
***Dc**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo*
***Dg**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo*
***I**:*
***Iq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico*
***Ic**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo*
***Ig**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo*
***G**:*
***Gq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico*
***Gc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo*
***Gg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo*
***P**:*
***Pq**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico*
***Pc**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo*
***Pg**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo*
***E**:*
***Eq**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine di sovraccarico*
***Ec**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine coesivo*
***Eg**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine attritivo*
***Desc.**: descrizione*
***Tipo sez.**: asse o filo pilastro, filo risega*
***M**: momento flettente [daN*cm]*
***Mu**: momento ultimo [daN*cm]*
***V**: sforzo di taglio [daN]*
***Vrd**: taglio ultimo in assenza di armature trasversali [4.1.14] [daN]*
***Fessurata**: stato fessurato o non fessurato*
***σC**: tensione nel calcestruzzo [daN/cm²]*
***σF**: tensione nell'acciaio [daN/cm²]*
***wd**: apertura delle fessure [cm]*
***Elemento punzonante**: elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiere*
***d**: altezza utile [cm]*

***Perimetro**: lunghezza utile del perimetro [cm]*
***Perim. minim.**: perimetro critico con lati non attivi*
***N**: carico dal pilastro [daN]*
***β**: coefficiente UNI EN 1992-1-1 (6.38)*
***Peso cono**: peso del cono punzonato e del suolo sovrastante [daN]*
***Reazione suolo**: reazione del suolo di fondazione [daN]*
***VEd,red**: tensione tangenziale [daN/cm²]*
***VRd,max**: resistenza in adiacenza al pilastro [daN/cm²]*
***Elem. punz.**: elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiere*
***Offset**: distanza dal bordo pilastro del perimetro critico [cm]*
***Perim. utile**: lunghezza utile del perimetro [cm]*
***ρ_l**: densità di armatura tesa*
***VRd**: resistenza in assenza di armature a taglio [daN/cm²]*
***Asw**: area efficace di ferri piegati [cm²]*
***VRd,cs**: resistenza in presenza di armature a taglio [daN/cm²]*
***Vert.**: vertice*
***x**: coordinata x [cm]*
***y**: coordinata y [cm]*
***Sezione di normale**: orientamento della sezione*
***N pil.**: sforzo normale dal pilastro nella combinazione [daN]*
***Fx pil.**: taglio X dal pilastro nella combinazione [daN]*
***Fy pil.**: taglio Y dal pilastro nella combinazione [daN]*
***Mx pil.**: momento X dal pilastro nella combinazione [daN*cm]*
***My pil.**: momento Y dal pilastro nella combinazione [daN*cm]*
***N par**: sforzo normale nella sezione di verifica della parete [daN]*
***M par**: momento flettente nella sezione di verifica della parete [daN*cm]*
***Nu par**: sforzo normale ultimo nella sezione di verifica della parete [daN]*
***Mu par**: momento ultimo nella sezione di verifica della parete [daN*cm]*
***N**: sforzo normale [daN]*
***Direzione X**: direzione di verifica*
***β**: inclinazione sull'orizzontale del puntone [deg]*
***F'sd/2**: risultante applicata C.N.R. 10025/84 2.1.1.2. [daN]*
***Compr.**: sforzo normale in un puntone [daN]*
***Compr. limite**: resistenza di calcolo di un puntone [daN]*
***Trazione**: trazione nel tirante verticale [daN]*
***Area tirante**: area del tirante [cm²]*
***Direzione Y**: direzione di verifica*
***Mx**: momento flettente su sezione di base asse x [daN*cm]*
***My**: momento flettente su sezione di base asse y [daN*cm]*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a pressoflessione*
***Vx**: sforzo di taglio su sezione di base lungo x [daN]*
***Vy**: sforzo di taglio su sezione di base lungo y [daN]*
***Vrdx**: taglio ultimo x in assenza di staffature [4.1.14] [daN]*
***Vrdy**: taglio ultimo y in assenza di staffature [4.1.14] [daN]*
***Vrsdx**: taglio ultimo x dovuto alla presenza di armatura trasversale [daN]*
***Vrsdy**: taglio ultimo y dovuto alla presenza di armatura trasversale [daN]*
***Vrcdx**: taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo [daN]*
***Vrcdy**: taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo [daN]*