

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PIAZZALI

RI13 - PIAZZALE SSE PGEP

Opere di sostegno – Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 30/09/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R.Zanon

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. SCALA:

I
F
3
A
0
2
E
Z
Z
C
L
R
I
1
3
0
5
0
0
1
C
-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	G.Pepe	08/02/2022	L.Ongaro	08/02/2022	T.Finocchietti	08/02/2022	Ing. R.Zanon
B	C.08.01 A seguito di contraddittorio	G.Pepe	09/06/2022	L.Ongaro	09/06/2022	A. Callerio	09/06/2022	
C	C.08.03 A seguito di contraddittorio	G.Pepe	30/09/2022	L.Ongaro	30/09/2022	A. Callerio	30/09/2022	
								09/06/2022

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 2 di 52

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA	4
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	5
3.2	CALCESTRUZZO	5
3.3	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	7
3.4	COPRIFERRO	8
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE	8
5	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	11
6	NORMATIVA	16
6.1	CRITERI DI VERIFICA	21
6.2	VERIFICHE STRUTTURALI SLU/SLV E SLE	21
7	AZIONI SULLA STRUTTURA	22
7.1	CARICHI PERMANENTI	22
7.2	AZIONI VARIABILI	22
7.3	CARICHI SISMICI	25
8	MODELLO DI CALCOLO	29
8.1	SEZIONE DI CALCOLO	29
9	RISULTATI DELL'ANALISI	30
9.1	SOLLECITAZIONI SLU-SLV SUL PARAMENTO	30
9.2	SOLLECITAZIONI SLE SUL PARAMENTO	31
9.3	SOLLECITAZIONI SLU-SLV SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE	32
9.4	SOLLECITAZIONI SLE SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE	33
9.5	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A CARICO LIMITE	34
9.6	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A SCORRIMENTO	35
9.7	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A RIBALTAMENTO	35

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 3 di 52

10 VERIFICHE GEOTECNICHE	35
10.1 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	35
10.2 VERIFICHE SLU- CARICO LIMITE	38
10.3 VERIFICHE SLU- SCORRIMENTO	38
10.4 VERIFICHE SLU- RIBALTAMENTO	39
11 VERIFICHE DI SPOSTAMENTO IN CONDIZIONI SLD	40
12 VERIFICHE STRUTTURALI	41
12.1 VERIFICA STRUTTURALE	41
12.2 PARAMENTO	41
12.3 FONDAZIONE	46
12.4 INCIDENZA	52

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 4 di 52

1 INTRODUZIONE

Il presente documento inquadra e descrive le analisi di dimensionamento e verifica del muro di sottoscarpa ubicato alla base del piazzale RI13, che risulta necessario per separare il suddetto piazzale dal piano ballast posto a quota inferiore. Il muro a mensola in c.a. presenta un'altezza pari a 2.5 m, ed un paramento di spessore 0.5 m. La fondazione dell'opera è costituita da una piastra di spessore 0.6 m, lunga in totale 2.5 m.

Il muro è sormontato da una recinzione di peso trascurabile (30 kg/ml) ma che comunque trasmette alla struttura sottostante azioni dovute alla pressione del vento non trascurabili

Nel seguito:

- verrà richiamata la documentazione di riferimento;
- si descriverà il modello geotecnico di progetto;
- si indicheranno le procedure e i metodi di calcolo anche con riferimento alla normativa vigente;
- si presenteranno i risultati di calcolo;
- si espliciteranno le verifiche di normativa.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif. [1] - Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Rif. [2] - Circolare del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.;
- Rif. [3] - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Rif. [4] - UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- Rif. [5] - UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- Rif. [6] - UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- Rif. [7] REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [8] RFI DTC SI CS MA IFS 001 E del 31.12.2020 – Manuale di progettazione delle opere civili- Parte II – Sez- 3 – Corpo stradale ;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 5 di 52

Rif. [9] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 31.12.2020 – Manuale di progettazione delle opere civili- Parte II – Sez- 2 – Ponti e strutture;

Rif. [10] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica parte 1: regole generali;

Rif. [11] UNI EN 1997-1: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica –Parte 5; Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

2.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Rif. [12] IF3A.0.2.E.ZZ.P9.RI.12.0.0.001.B Planimetria di progetto e tracciamento

Rif. [13] IF3A.0.2.E.ZZ.WZ.RI.12.0.0.001.B Sezioni trasversali

Rif. [14] IF3A.0.2.E.ZZ.P9.RI.12.0.0.003.B Pianta scavi

Rif. [15] IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.RI.12.0.0.001.B Opere in c.a. - Carpenteria

Rif. [16] IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.RI.12.0.0.003.B Opere di sostegno - Carpenteria

Rif. [17] IF3A.0.2.E.ZZ.PZ.RI.12.0.5.001.A Opere di sostegno - Prospetti e dettagli

Rif. [18] IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.02.0.1.002.B Profilo geologico - Tratta all'aperto - Lato Napoli

Rif. [19] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.01.0.6.001.B Relazione Geotecnica Generale

Rif. [20] IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.01.0.6.002.B Profilo Geotecnico - Tratta all'aperto - lato Napoli

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe R_{ck} 15.

3.2 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione della fondazione e del paramento si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C30/37 ($R_{ck} \geq 37$ N/mm²) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71$ N/mm²
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71$ N/mm²
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33019$ N/mm²
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85^* f_{ck} / 1.5 = 17.40$ N/mm²
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94$ N/mm²
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.05$ N/mm²

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1305 001</td> <td>C</td> <td>6 di 52</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	6 di 52													

- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 16.89 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 12.28 \text{ N/mm}^2$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 7 di 52

3.3 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica $\rightarrow f_{yk} \geq 450$ N/mm²
- Tensione caratteristica a rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 540$ N/mm²
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_s = 0.75 * f_{yk} = 337.50$ N/mm²
- Fattore di sicurezza acciaio $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30$ N/mm²

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. FOGLIO C 8 di 52

3.4 COPRIFERRO

Secondo quanto riportato nel manuale di progettazione rfi parte II sezione 2 “ponti e strutture” al paragrafo 2.5.2.2.3.1 e nel “capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili parte II – sezione 6 opere in conglomerato cementizio e in acciaio”.

Si utilizza un valore di copriferro C=40mm (valutato al netto dell’armatura più esterna) classe di esposizione dei muri XC3.

G**	1	Muri di controripa/sottoscarpa in c.a. (armatura ≥ 30 Kg/mc)	XC3	0.55	C30/37	S3, S4	CEM III,IV,V	Rck
-----	---	---	-----	------	--------	--------	--------------	-----

Elemento strutturale	Copriferro minimo
Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera	60mm
Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera	60mm
Pali di fondazione prefabbricati	60mm
Solettoni di fondazione, fondazioni armate	40mm
Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinte, ecc.)	40mm
Cunette canalette e cordoli	40mm
Opere in elevazione in viste (pile, spalle, pulvini, baggioli)	40mm
Opere in elevazione con superfici interrato o non ispezionabili	40mm
Solette estradosso	35mm
Solette intradosso (getto in opera)	35mm
Impalcato armatura ordinaria	40mm
Impalcato in C.A.P. - cavi pre-tesi	Max ($3\phi_{TR}$; 50mm)
Impalcato in C.A.P. cavi post-tesi	Max (ϕ_G ; 60mm)
Predalles prefabbricate con funzioni strutturali	25mm
Predalles senza funzioni strutturali	Max (ϕ_{inf} ; 20mm)

Tabella 2.5.2.2.3.2.-1

Condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

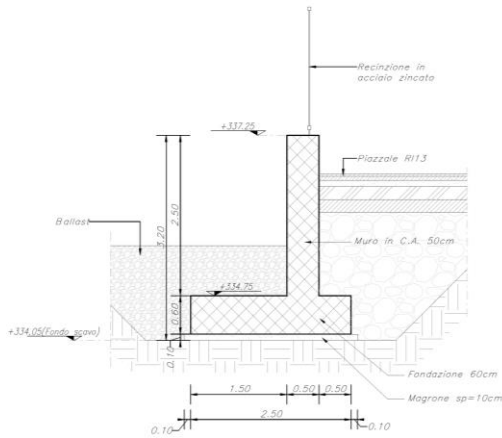
4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il muro di sottoscarpa è ubicato alla base del piazzale RI13 Esso risulta necessario per separare il suddetto piazzale dal piano ballast posto a quota inferiore. Il muro a mensola in c.a. presenta un'altezza pari a 2.5 m, ed un paramento di spessore 0.5 m. La fondazione dell’opera è costituita da una piastra di spessore 0.6 m, lunga in totale 2.5 m.

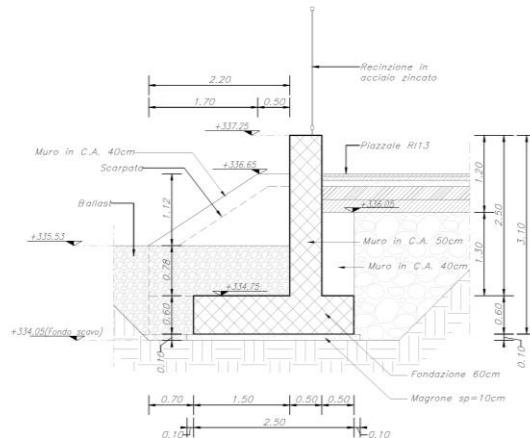
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 9 di 52

Sul piazzale è prevista la realizzazione di fabbricati la cui impronta è abbastanza lontana dal muro da poter considerare nulla l'interazione tra le opere. Non potendo però escludere che il piazzale sia soggetto a carichi di piccoli veicoli, la progettazione (vedasi par. 7.2) ha comunque tenuto conto di eventuali carichi stradali.

SEZIONE B-B
 Scala 1 : 50



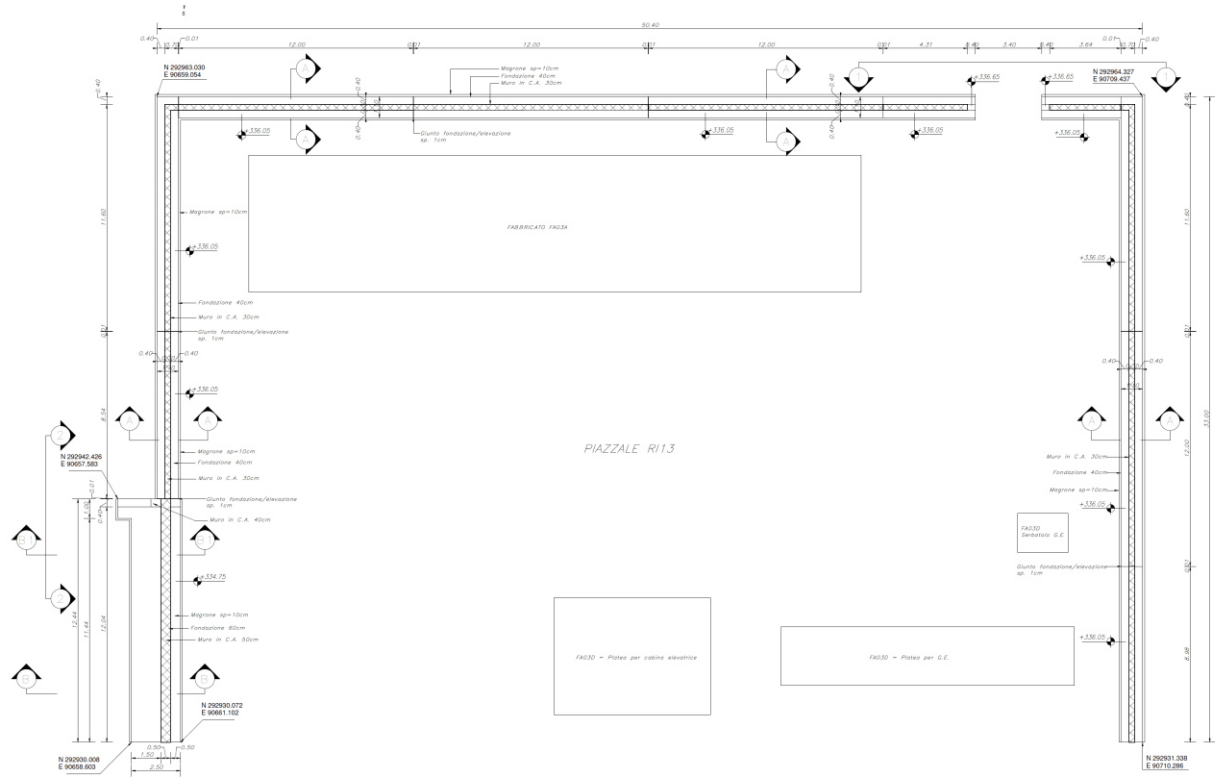
SEZIONE B1-B1
 Scala 1 : 50



La

Figura 4-1 chiarisce ulteriormente la geometria dell'opera

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 10 di 52



SEZIONE B-B
Scala 1 : 50

SEZIONE B1-B1
Scala 1 : 50

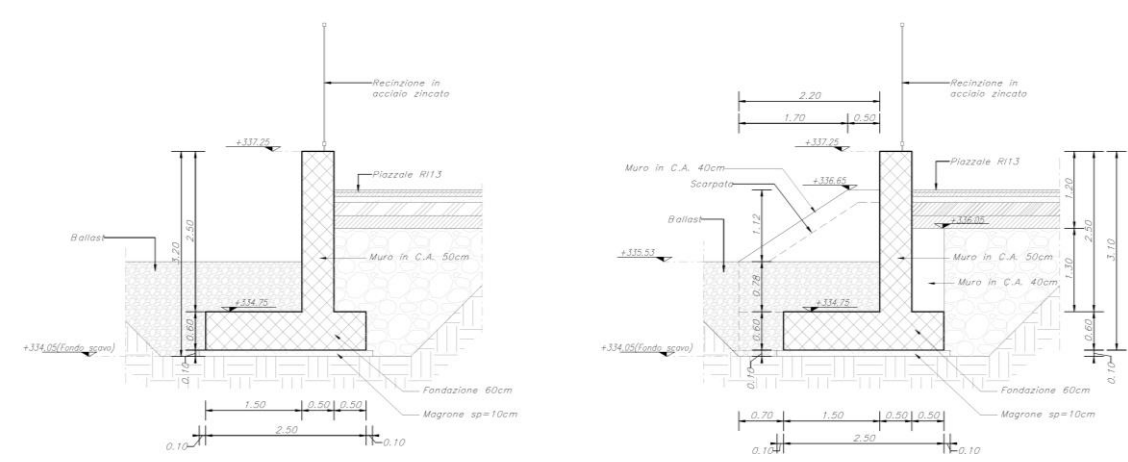


Figura 4-1. Geometria schematica dell'opera

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 11 di 52

5 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Il modello geotecnico di riferimento viene derivato da tutte le informazioni disponibili.

Il modello geotecnico di riferimento viene derivato da tutte le informazioni disponibili.

Di seguito si riporta il log stratigrafico del sondaggio (IF16R24) di riferimento al fine di definire la stratigrafia di calcolo e più in generale il modello geotecnico di riferimento.

Dal sondaggio di riferimento e dalle misure piezometriche disponibili si ricava la seguente stratigrafia di progetto.

Tabella 5-1 Stratigrafia e falda di progetto

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione
1	0.0	2.0	Terreno di copertura
2	2.0	4.5	Depositi alluvionali sabbiosi (RPL1)
3	4.5	10	Depositi alluvionali ghiaiosi (RPL1a)
4		>10	ANZ2
Quota falda: +333 m slm (p.c.)			

APPALTATORE: Consorzio Soci		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti					
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	12 di 52

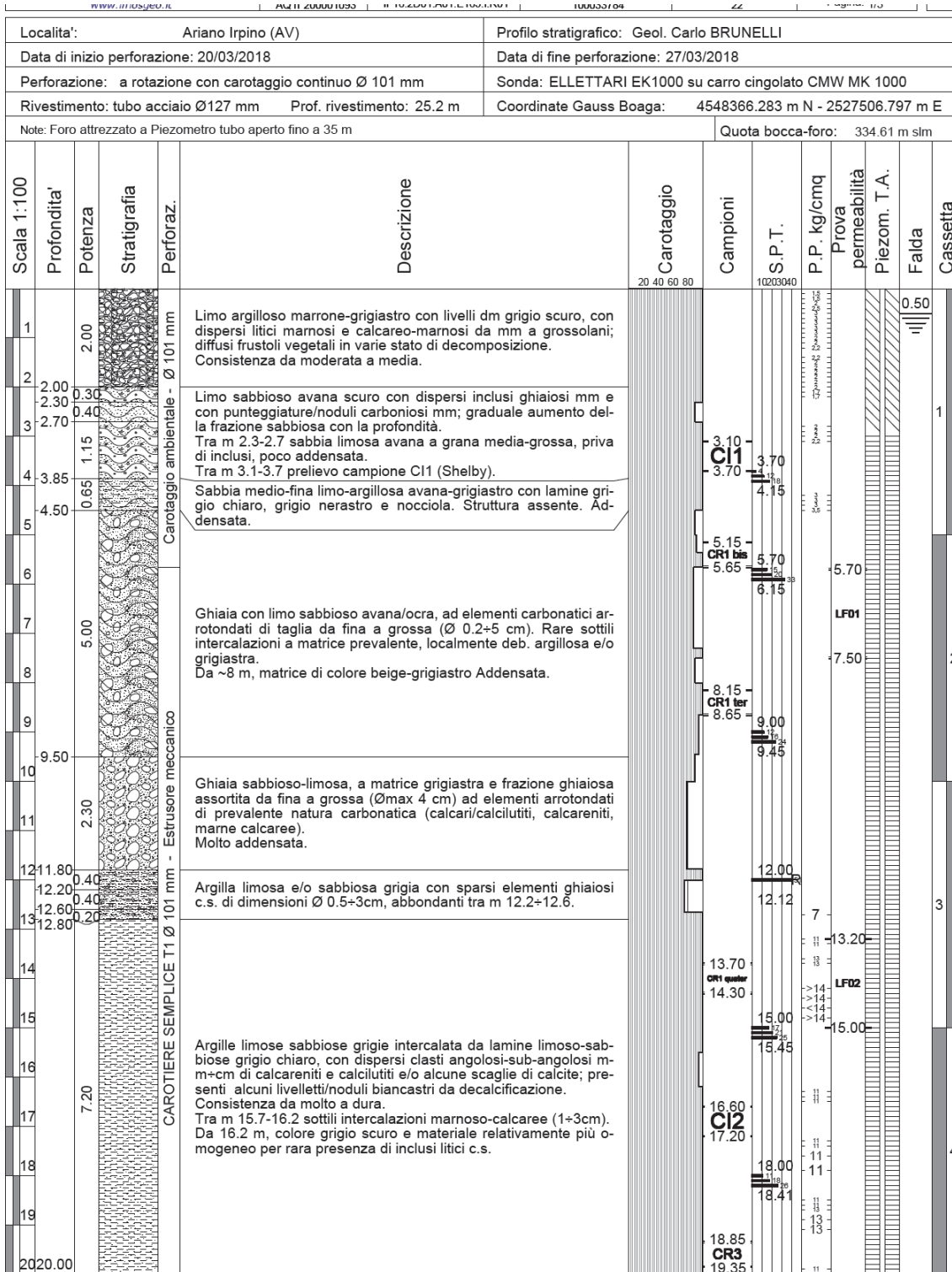


Figura 5-1 – log stratigrafico sondaggio di riferimento

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 13 di 52

Si riportano di seguito i parametri geotecnici caratteristici per la stratigrafia di riferimento.

E necessario sottolineare quanto segue:

1. Relativamente ai terreni di copertura non vi sono nuove indagini di tratta e lo scrivente ritiene affidabile la caratterizzazione del Progetto Definitivo.
2. Relativamente agli strati RPL1 ed RPL1a, se pure cautelativamente si adottasse il valore minimo ritrovato nelle prove SPT ($N_{spt} = 30$) minimo riscontrato nello strato svolte lungo il tratto lato Bari della tratta in esame, utilizzando la relazione di Schmertmann (1977) che lo scrivente ritiene certamente affidabile nel caso presente, si troverebbe

$\varphi = 33^\circ$ per i terreni sabbiosi (RPL1)

$\varphi = 36$ per i terreni ghiaiosi° (RPL1a)

Terreno di copertura:

- Peso Volume: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varnothing = 22^\circ$
- Coesione efficace $c' = 2 \text{ kPa}$
- Coesione non drenata $c_u = 75 \text{ kPa}$
- Modulo Elastico non drenato $E_u = 30 \text{ MPa}$
- Modulo Elastico $E = 17 \text{ Mpa}$
- Indice di compressione Cc 0.17
- Indice di ricomprensione Cr 0.12
- Indice dei vuoti $e_0 = 0.87$

Unità RPL1

- Peso Volume: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varnothing = 33^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0 \text{ kPa}$
- Modulo Elastico $E = 18 \text{ Mpa}$

Unità RPL1a:

- Peso Volume: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varnothing = 36^\circ$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="724 353 858 383">COMMESSA</th> <th data-bbox="858 353 954 383">LOTTO</th> <th data-bbox="954 353 1088 383">CODIFICA</th> <th data-bbox="1088 353 1273 383">DOCUMENTO</th> <th data-bbox="1273 353 1353 383">REV.</th> <th data-bbox="1353 353 1441 383">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="724 383 858 418">IF3A</td> <td data-bbox="858 383 954 418">02</td> <td data-bbox="954 383 1088 418">E ZZ CL</td> <td data-bbox="1088 383 1273 418">RH1305 001</td> <td data-bbox="1273 383 1353 418">C</td> <td data-bbox="1353 383 1441 418">14 di 52</td> </tr> </tbody> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	14 di 52												

- Coesione efficace $c' = 0$ kPa
- Modulo Elastico $E = 29$ MPa

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 15 di 52

Unità ANZ2:

- Peso Volume: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\phi = 23^\circ$
- Coesione efficace $c' = 5 \text{ kPa}$
- Modulo Elastico $E = 30 \text{ Mpa}$
- Indice di compressione $C_c = 0.05$
- Indice di ricomprensione $C_r = 0.0079$
- Over Consolidation Ratio **OCR 4**
- Permeabilità $k = 1 \times 10^{-8}$.
- Indice dei vuoti $e_0 = 0.45$

Il terreno utilizzato per la realizzazione del rilevato, realizzato con le medesime modalità del rilevato ferroviario, in accordo con il capitolato tecnico, ha le seguenti proprietà:

- Peso Volume: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\phi = 38^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0 \text{ kPa}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 16 di 52

6 NORMATIVA

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione eccezionale:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione Rara (SLE irreversibile):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione Frequente (SLE reversibile):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

Approccio 2: A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti:

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(b)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 6-1 Coefficienti parziali per i carichi

I coefficienti R3 per le verifiche in condizioni statiche sono riepilogati nella seguente tabella.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. FOGLIO C 17 di 52

Tabella 6-2. Coefficienti parziali sulla resistenza per la verifica delle fondazioni dirette dei muri di sostegno- condizioni statiche

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

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

I coefficienti R_3 per le verifiche in condizioni sismiche sono riepilogati nella seguente tabella.

Tabella 6-3. Coefficienti parziali sulla resistenza per la verifica delle fondazioni dirette dei muri di sostegno- condizioni sismiche

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Si riportano nel seguito le combinazioni esaminate coi relativi coefficienti amplificativi e di compartecipazione.

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
PESO GRATA	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
PESO GRATA	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 18 di 52

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
PESO GRATA	SFAV	1.30	1.00	1.30
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
PESO GRATA	SFAV	1.30	1.00	1.30
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50

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

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00
vento	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C FOGLIO 19 di 52

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00
vento	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 16 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRAF	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 17 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00
vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI1305 001	REV. C	FOGLIO 20 di 52

TRAF SFAV 1.00 0.75 0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PESO GRATA	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRAF	SFAV	1.00	1.00	1.00
vento	SFAV	1.00	0.60	0.60

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 21 di 52

6.1 CRITERI DI VERIFICA

In accordo con la normativa vigente, sono state esaminate e verificate le seguenti condizioni di SLU:

6.1.1.1 VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Viene eseguita con riferimento allo spigolo anteriore della platea di fondazione, confrontando il momento stabilizzante M_s dovuto alle forze verticali con il momento ribaltante M_r provocato dalle forze orizzontali;

6.1.1.2 VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Viene eseguita controllando che la somma delle forze orizzontali sia sufficientemente minore della forza di attrito che si può esplicitare per effetto dei carichi verticali N al contatto tra platea di fondazione e terreno. Il coefficiente di attrito f è assunto pari a:

$$f = \operatorname{tg}(\delta) = \operatorname{tg}(\phi)$$

trascurando il contributo stabilizzante dovuto alla spinta passiva del terreno anteriore.

mentre in campo sismico

$$f = C_u$$

6.1.1.3 VERIFICA AL CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

Viene svolta utilizzando l'espressione della portanza unitaria limite secondo la teoria di Brinch-Hansen

6.2 VERIFICHE STRUTTURALI SLU/SLV E SLE

Le verifiche allo Stato Limite Ultimo sono condotte secondo i paragrafi 4.1.2.3.4 (per la resistenza flessionale) e 4.1.2.3.5 (per la resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti) delle NTC2018.

L'obiettivo in termini di resistenza a taglio è dimostrare che la sezione sostiene il valore dello sforzo di taglio agente (V_{Ed}) senza armature trasversali.

Per ottenere i valori di progetto si è utilizzato il software Max.

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio SLE (tensioni e fessurazione) sono state condotte secondo quanto riportato nel manuale RFI Parte II Sezione 2 – Ponti e strutture con particolare riferimento al paragrafo 2.5.8.3.2.1 e 2.5.1.8.3.2.4.

Le fessure limite sono: - $w_k=0,20$ mm per la combinazione rara;

La massima tensione di compressione del calcestruzzo, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} \leq 0,55 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,40 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.}$$

La tensione massima dell'acciaio per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} \leq 0,75 f_{yk} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime per gli SLU, SLE rara e SLE quasi permanente.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 22 di 52

7 AZIONI SULLA STRUTTURA

7.1 CARICHI PERMANENTI

Il peso proprio della struttura è calcolato ipotizzando un peso per unità di volume del calcestruzzo pari a

- Peso Volume: $\gamma = 24.5 \text{ kN/m}^3$

Il peso per unità di volume del terrapieno viene valutato a partire da un peso per unità di volume del terreno di riempimento pari a

- Peso Volume: $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$

Le spinte in condizioni statiche vengono valutate con il metodo di Culmann (vedasi allegato) in ipotesi di spinta attiva, sicuramente accettabile per un muro su fondazione diretta.

7.2 AZIONI VARIABILI

7.2.1 Azione del Vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2018. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 3, con altezza sul livello del mare pari $a_s > a_0 = 500 \text{ m}$.

A seguire si riporta il calcolo dell'azione del vento che insiste sulla tratta Hirpinia – Orsara.

Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

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

dove

- q_b - Pressione cinetica di riferimento
- c_e - Coefficiente di esposizione
- c_p - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- c_d - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento q_b in (N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

- v_b - Velocità di riferimento del vento;

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 23 di 52

- ρ – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m^3 .

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento $v_b(T_R)$ riferita ad un generico periodo di ritorno T_R può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$V_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

v_b – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

α_R – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di T_R espresso in anni;

Il periodo di ritorno T_R al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 100 anni (in accordo con il periodo di riferimento V_R della struttura).

Coefficiente di esposizione:

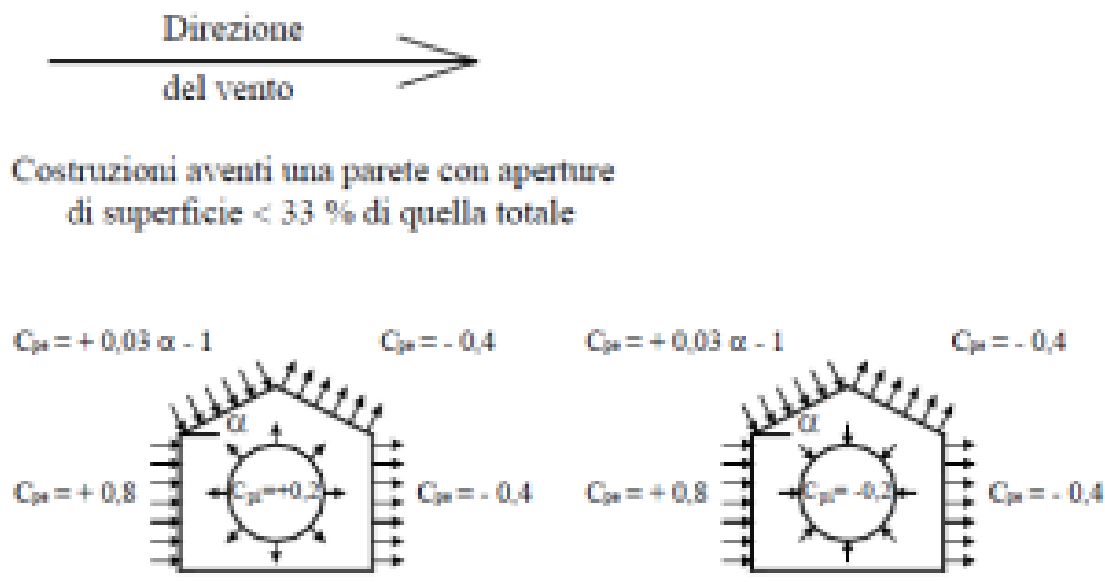
Il coefficiente d'esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 3, classe di rugosità del terreno D e categoria d'esposizione del sito II, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 3,10 m, risulta pari ad 1,93.

Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.10.1 della Circolare del 21/01/2019 in relazione a quanto riassunto nella figura seguente:



Per il carico sopravvento si assume $c_p = + 0,8$;

per il carico sottovento si assume $c_p = - 0,4$;

in copertura si assume $c_p = - 0,4$;

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di $1/3$ di quella totale, la pressione interna si assumerà $c_{pi} = \pm 0,2$.

Azione tangenziale del vento:

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. FOGLIO C 24 di 52

$$p_f = q_b \cdot C_e \cdot C_f$$

dove:

q_b , C_e sono stati definiti precedentemente;

C_f - Coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Dati i coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.I (Circolare 2009) si assume un valore di 0.02, relativo a superficie scabra (cemento a faccia scabra...). Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene un valore ampiamente trascurabile rispetto alle altre azioni in gioco.

Azione Tangenziale Vento		
q_b	0.49	kN/m ²
C_e	1.93	
C_f	0.02	
p_f	0.0189	kN/m ²

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa:

Azione Normale Vento		
Zona	3	
a_s	571	m
a_0	500	m
$v_{b,0}$	27	m/s
K_a	0.02	1/s
$v_b(T_R)$	27.00	m/s
q_b	0.545	kN/m ²
Categoria di esposizione sito	II	
k_r	0.19	
z_0	0.05	m
z_{min}	4	m
$C_e(z_{min})$	1.80	
z (altezza costruzione sul suolo)	3.10	m
C_d	1	
$C_e(z)$	1.80	
α (Inclinazione copertura)	0	°
C_{p1} (Copertura) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
C_{p2} (Elementi Verticali - Sopravento) = 0,8 + 0,2	+ 1.0	
C_{p3} (Elementi Verticali - Sottovento) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
p_1 (Pressione vento in copertura)	- 0,21	kN/m ²
p_2 (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	+ 1,05	kN/m ²
p_3 (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	- 0,21	kN/m ²

La pressione del vento è di $Q_{k_wind} = 1.05$ kN/m² sopravento e **0.21** kN/m² sotto vento

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C FOGLIO 25 di 52

7.2.2 Carico da traffico sul rilevato

Si considera il seguente sovraccarico stradale a monte del muro:

$$q = 20 \text{ kPa}$$

Tabella 7-1. Carichi agenti

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

7.3 CARICHI SISMICI

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale (V_N);
- Classe d'uso (C_U);
- Periodo di Riferimento (V_R).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 26 di 52

Si attribuisce una vita nominale $V_N = 75$ anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso $C_u=1,5$, in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 02/02/2009, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- “Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari” (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi $V_R = C_u \times V_N = 112,5$ anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2008), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2008).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria C*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica T_1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Gli spettri di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati determinati facendo riferimento al piazzale R113 della tratta Hirpinia Orsara di coordinate:

- Longitudine: 15.0884° ,
- Latitudine: 41.0863° ,

Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 27 di 52

	Lat	Long	Cat. Sott	Vita Nominale (anni)	Classe d'Uso	a_g/g	S_s	S_t	a_{max}/g	β	k_h	k_v
RI13	41.0863	15.0884	C	75	III	0.381	1.177	1	0.448	0.38	0.170	0.085

Figura 7-1 Azione sismica di riferimento e azione sismica pseudostatica

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.381 g
F_o	2.289
T_C	0.418 s
S_s	1.177
C_C	1.400
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.177
η	1.000
T_B	0.195 s
T_C	0.586 s
T_D	3.123 s

Figura 7-2 Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto

Nelle analisi essa l'azione sismica è stata definita adottando un'azione statica equivalente definita dal prodotto tra il peso W del volume di terreno potenzialmente instabile ed i coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v):

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito $a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$

g accelerazione di gravità.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC2018 ($\beta_m=0,38$ per gli SLV e $\beta_m=0,47$).

Per le verifiche è stato quindi utilizzato $\beta_m=0,38$.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC2018 ($\beta_m=0,38$ per gli SLV e $\beta_m=0,47$).

Per le verifiche è stato quindi utilizzato $\beta_m=0,38$.

Si trova pertanto

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI1305 001	REV. C	FOGLIO 28 di 52

kh = 0.170

kv = ± 0.085

Concordemente a quanto indicato dalla normativa il parametro β_m è stato amplificato del 50% per le verifiche a ribaltamento.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 29 di 52

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 SEZIONE DI CALCOLO

La seguente figura presenta la sezione di calcolo considerata, che rappresenta le condizioni più gravose dell'opera lungo il suo sviluppo lineare. Le analisi sono state sviluppate mediante il codice MAX ver.14.

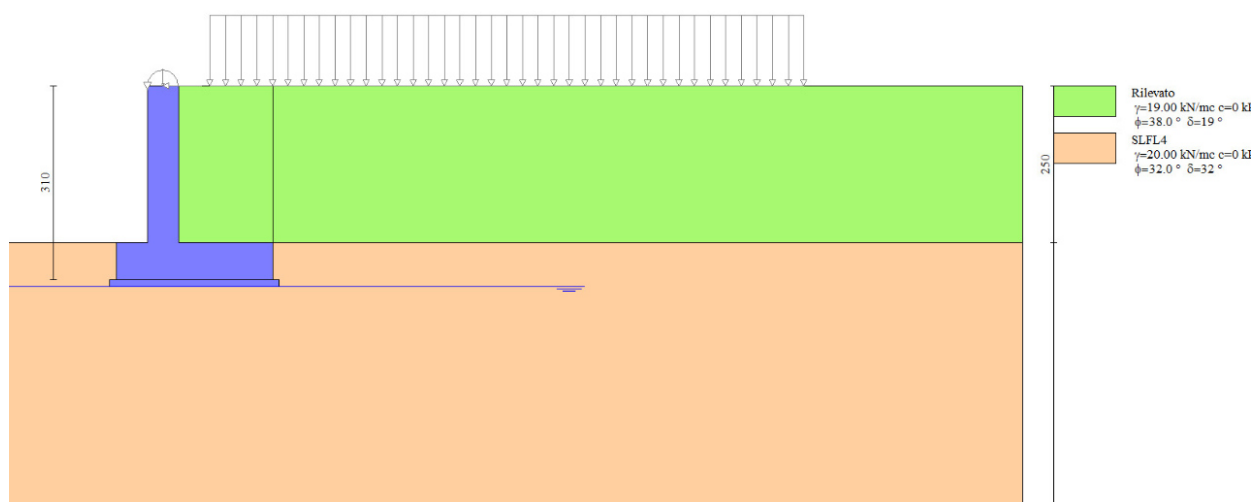


Figura 8-1. Sezione di calcolo- stratigrafia di calcolo

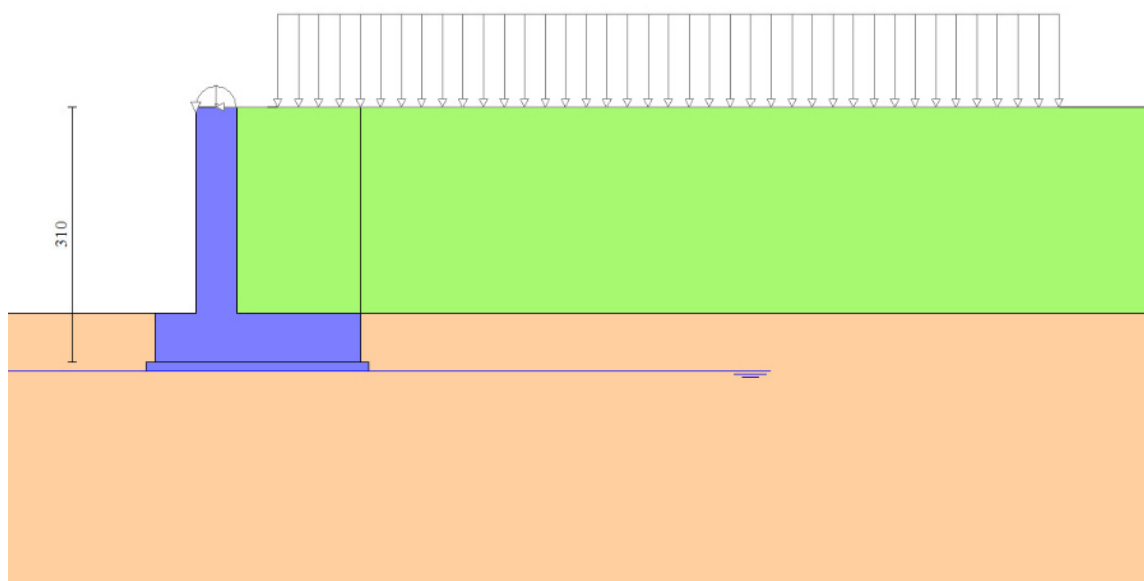


Figura 8-2. Sezione di calcolo- carichi piazzale

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 30 di 52

9 RISULTATI DELL'ANALISI

9.1 SOLLECITAZIONI SLU-SLV SUL PARAMENTO

Si riportano nel seguito gli involuppi delle sollecitazioni in condizioni SLU sul paramento

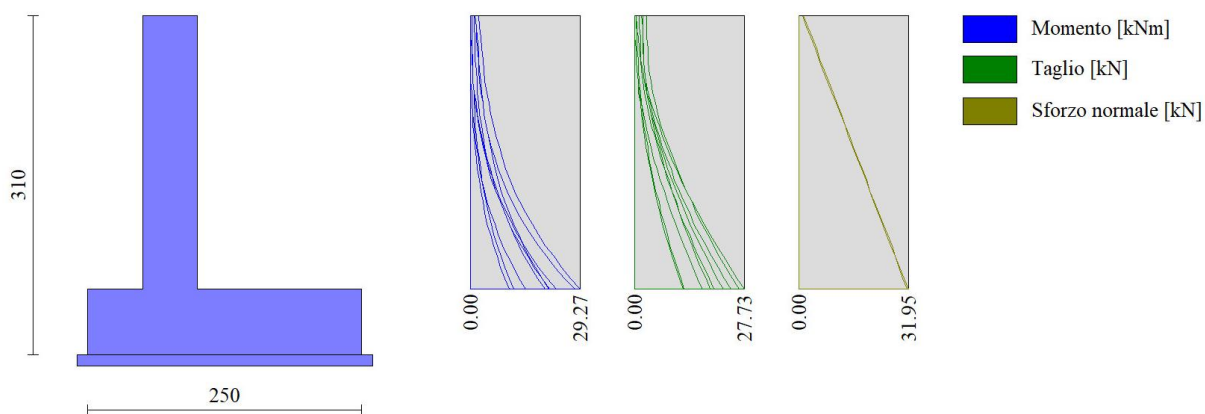


Figura 9-1. Involuppo delle sollecitazioni SLU e SLV sul paramento

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 31 di 52

9.2 SOLLECITAZIONI SLE SUL PARAMENTO

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLE RARE, SLE FREQUENTI e SLE QUASI PERMANENTI sul paramento

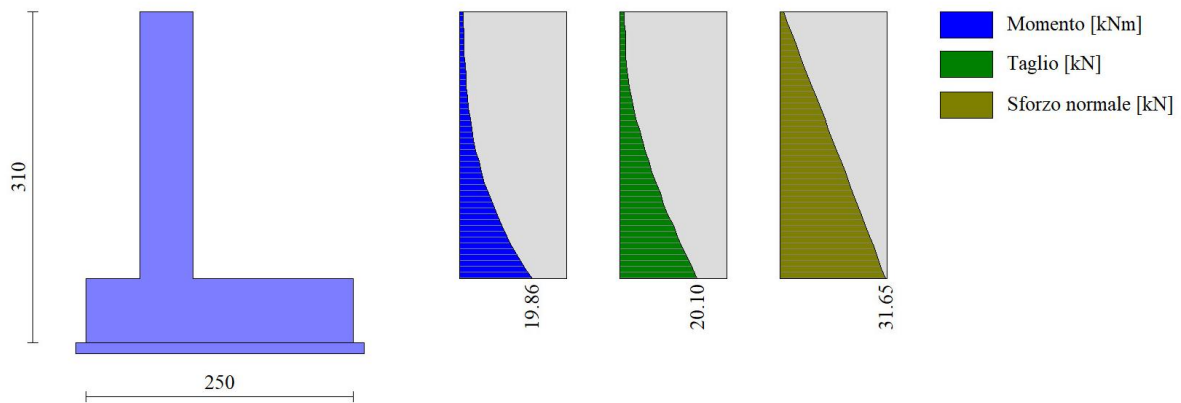


Figura 9-2. Sollecitazioni SLE RARA QP Fr sul paramento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 32 di 52

9.3 SOLLECITAZIONI SLU-SLV SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE

Si riportano nel seguito gli involuپی delle sollecitazioni in condizioni SLU sulla ciabatta di fondazione.

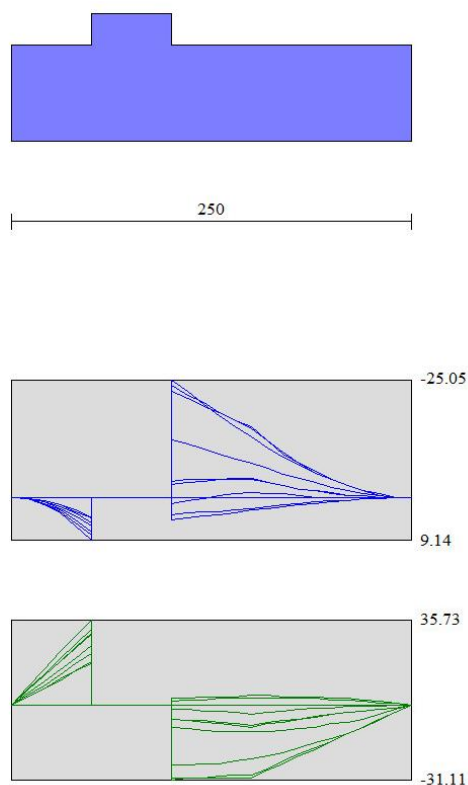


Figura 9-3. Involuppo delle sollecitazioni SLU e SLV sulla ciabatta di fondazione

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 33 di 52

9.4 SOLLECITAZIONI SLE SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLE RARE, SLE FREQUENTI e SLE QUASI PERMANENTI sulla ciabatta di fondazione

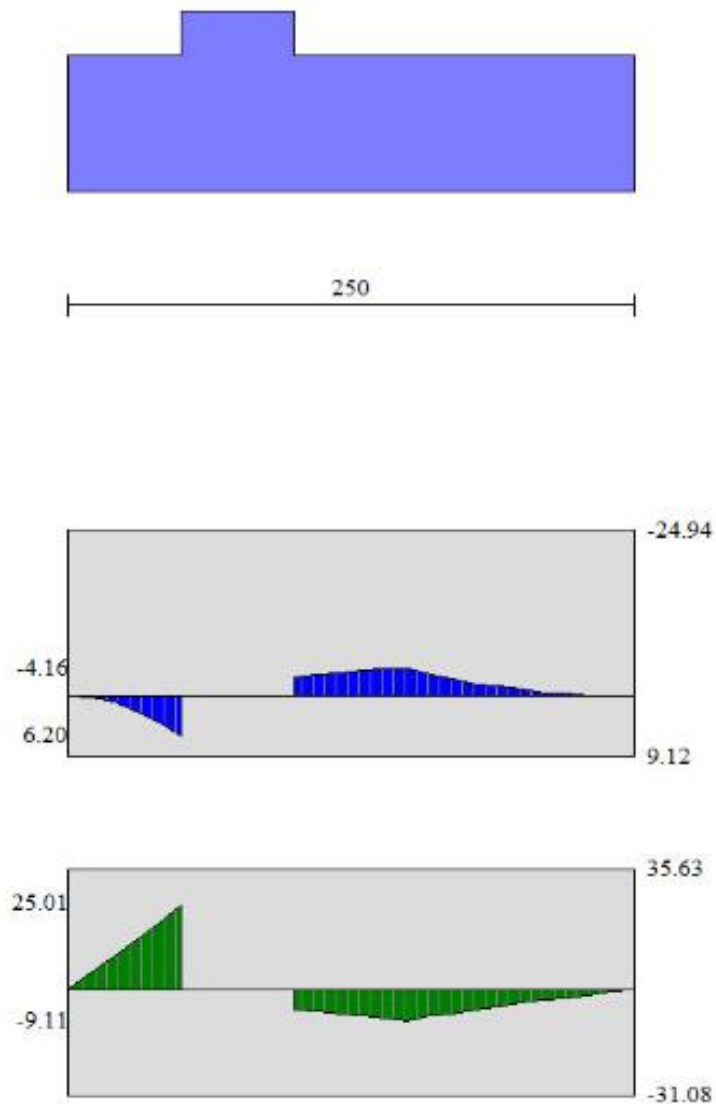


Figura 9-4. Sollecitazioni SLE RARE FR Qp sulla ciabatta di fondazione

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI1305 001	REV. C	FOGLIO 34 di 52

9.5 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A CARICO LIMITE

Si riepilogano nel seguito i coefficienti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimo per raggiungimento del carico limite della fondazione diretta.

	Cmb	Sismica	FS_{QLIM}
1 - STR (A1-M1-R3)			3.867
2 - STR (A1-M1-R3)			3.636
3 - STR (A1-M1-R3)		H + V	2.625
4 - STR (A1-M1-R3)		H - V	2.570

Tabella 9-1. Coefficienti di sicurezza nei confronti del raggiungimento del carico limite della fondazione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 35 di 52

9.6 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A SCORRIMENTO

Si riepilogano nel seguito i coefficienti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimo per scorrimento della fondazione diretta.

Cmb	Sismica	FS_{sco}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.735
2 - STR (A1-M1-R3)		2.652
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.989
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.786

Tabella 9-2. Coefficienti di sicurezza nei confronti dello scorrimento della fondazione

9.7 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A RIBALTAMENTO

Si riepilogano nel seguito i coefficienti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimo per scorrimento della fondazione diretta.

Cmb	Sismica	FS_{RIB}
9 - EQU (A1-M1-R3)		4.852
10 - EQU (A1-M1-R3)		4.940
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V	2.942
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V	2.116

Tabella 9-3. Coefficienti di sicurezza nei confronti dello scorrimento della fondazione

10 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.1 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Le verifiche SLU della stabilità globale (sia in condizioni statiche che sismiche) sono state condotte tramite il codice di calcolo MAX utilizzando il metodo di Bishop. Le combinazioni di carico adottate nelle analisi fanno riferimento rispettivamente ai coefficienti parziali (A2+M2) per le analisi in campo statico e ai coefficienti parziali (M2) per le analisi sismiche. Tali coefficienti sono contenuti nella tabella seguente.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 36 di 52

Tabella 10-1. Coefficienti parziali sulle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni

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

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

Come da NTC 2018 (Doc. Rif. [1]), la verifica SLU di stabilità globale in condizioni statiche è soddisfatta se la relazione:

$$FS \geq R_2 = 1.1.$$

mentre in condizioni sismiche deve risultare

$$FS \geq R_2 = 1.2.$$

Come si evince dalle seguenti figure ambedue le precedenti condizioni risultano soddisfatte, risultando in condizioni statiche

$$FS = 1.43 > 1.1$$

in condizioni sismiche

$$FS = 1.48 > 1.2$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 37 di 52
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo						

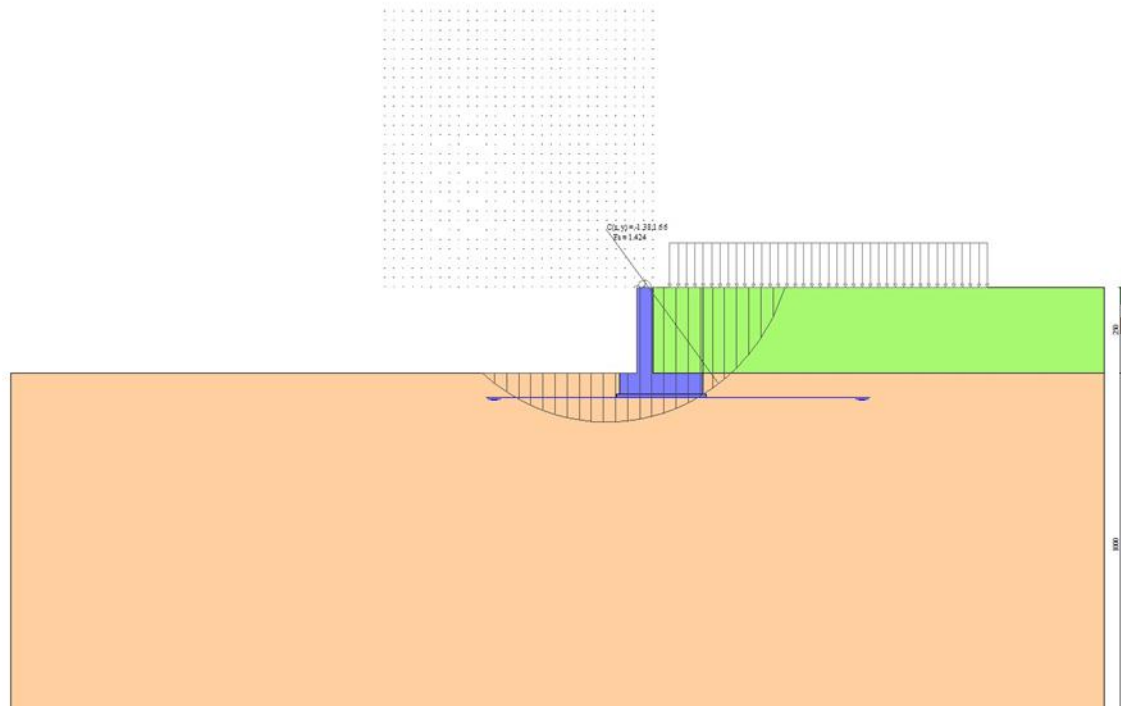


Figura 10-1. Coefficiente di sicurezza minimo alla stabilità globale in condizioni statiche-SISMICHE. FS = 1.43

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 38 di 52

10.2 VERIFICHE SLU- CARICO LIMITE

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre $FS > R3$

$R3 = 1.4$ in condizioni statiche

$R3 = 1.2$ in condizioni sismiche

Cmb	Sismica	FS_{QLIM}
1 - STR (A1-M1-R3)		3.580
2 - STR (A1-M1-R3)		3.372
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.430
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.377

Tabella 10-2. Esito delle verifiche a carico limite

10.3 VERIFICHE SLU- SCORRIMENTO

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre $FS > R3$

$R3 = 1.1$ in condizioni statiche

$R3 = 1.0$ in condizioni sismiche

Cmb	Sismica	FS_{sco}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.595
2 - STR (A1-M1-R3)		2.517
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.896
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.703

Tabella 10-3. Esito delle verifiche a scorrimento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI1305 001	REV. C	FOGLIO 39 di 52

10.4 VERIFICHE SLU- RIBALTAMENTO

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre $FS > R3$

$R3 = 1.15$ in condizioni statiche

$R3 = 1.0$ in condizioni sismiche

Cmb	Sismica	FS_{RIB}
9 - EQU (A1-M1-R3)		4.834
10 - EQU (A1-M1-R3)		4.920
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V	2.930
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V	2.110

Tabella 10-4. Esito delle verifiche a ribaltamento

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 40 di 52

11 VERIFICHE DI SPOSTAMENTO IN CONDIZIONI SLD

Le verifiche di spostamento in condizioni SLD sono automaticamente soddisfatte dal momento che già nella situazione più gravosa di sisma definito per le condizioni SLV risulta sempre soddisfatta la verifica a scorrimento.

Ciò implica infatti che in condizioni SLV (e a maggior ragione in condizioni SLD) l'accelerazione critica a_c per la quale si attingono le condizioni di inizio di scorrimento del muro sul piano di posa risulta minore dell'accelerazione massima al piano campagna

$$a_c < a_{max}$$

Se si calcolasse perciò lo spostamento con la nota espressione di Rampello

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

Essendo:

A e B due coefficienti che sono funzione del valore di a_g (accelerazione massima al sito) e della categoria di sottosuolo sul quale l'opera poggia.

Sottosuolo	Cat. A		Cat, B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
a_{max}/g						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

Nella peggiore delle ipotesi, ovvero

$$S_s = 1.8$$

$$S_t = 1.2$$

$$a_c/a_{max} = 1$$

si otterrebbe un valore dello spostamento del muro pari a 1.5 cm, sicuramente compatibile con le necessità dei muri qui esaminati.

Le condizioni qui esaminate, peraltro, sono ben lontane dalle più gravose. Ad esempio si ricorda che nel caso in esame addirittura in condizioni SLV $a_c/a_{max} > 1.9$.

Gli spostamenti previsti sono perciò millimetrici e la verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 41 di 52

12 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali delle sezioni sono state svolte mediante software di calcolo RC-Sec.

Si riportano le verifiche per la sezione di paramento porzione di incastro con la fondazione e la verifica per la ciabatta di fondazione per la sezione più sollecitata.

12.1 VERIFICA STRUTTURALE

12.2 PARAMENTO

Si riporta la verifica del paramento nella sezione maggiormente sollecitata (zona incastro), la verifica e svolta mediante il software di calcolo RC-Sec.

Armatura scelta:

Armatura verticale

Ø16/200 lato terreno

Ø12/200 lato esterno

Armatura Longitudinale per 1/3 H del paramento a partire dall'estradosso della fondazione

Ø10/100 lato terreno

Ø10/100 lato esterno

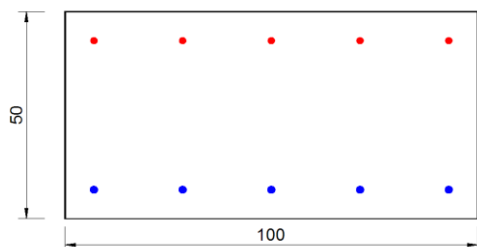
Armatura Longitudinale per il resto dell'altezza del paramento

Ø10/200 lato terreno

Ø10/200 lato esterno

Copriferro 40mm

Armatura a taglio Ø10/600x600 quinconce



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1305 001</td> <td>C</td> <td>42 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	42 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	42 di 52								

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	50.0
3	100.0	50.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	7.0	7.0	16
2	93.0	7.0	16
3	7.0	43.0	12
4	93.0	43.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	16
2	3	4	3	12

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI1305 001	REV. C	FOGLIO 43 di 52

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30.00	30.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	30.00	20.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	30.00	20.00 (149.68)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	30.00	20.00 (149.68)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo						
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	44 di 52	

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	30.00	30.00	0.00	30.02	179.16	0.00	5.96	15.7(8.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.107	100.0	50.0	-0.00184	93.0	43.0	-0.02932	7.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000763303	-0.034665141	0.107	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.98	100.0	50.0	-35.5	28.5	7.0	1215	10.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e3	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1305 001</td> <td>C</td> <td>45 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	45 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	45 di 52								

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm}) [(7.8)EC2 \text{ e } (C4.1.7)NTC]$. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0.00000	0.500	16.0	62	0.00011 (0.00011)	540	0.058 (990.00)	149.68	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.98	100.0	50.0	-35.5	28.5	7.0	1215	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0.00000	0.500	16.0	62	0.00011 (0.00011)	540	0.058 (0.20)	149.68	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.98	100.0	50.0	-35.5	28.5	7.0	1215	10.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0.00000	0.500	16.0	62	0.00011 (0.00011)	540	0.058 (0.20)	149.68	0.00

VERIFICA A TAGLIO

La verifica a taglio è stata eseguita attraverso un foglio excel.

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio, tuttavia si prevede la seguente armatura a taglio :
spilli Ø10/600x600 quinconce

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C FOGLIO 46 di 52

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 500$	mm altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza
$c = 70$	mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1,50$	coeff. sicurezza	$A_{s1,1} = 5$	$\emptyset 16$	$= 10,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{s1,2} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 430$	mm altezza utile	$A_{s1,3} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$	MPa resist. di calcolo			$10,05 \text{ cm}^2$

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 30,0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,682 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,418$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,002 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 166,1 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 179,8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 179,8 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

12.3 FONDAZIONE

Per la verifica si dispongono i seguenti ferri:

Armatura trasversale

$\emptyset 18/200$ lato terreno

$\emptyset 18/200$ lato esterno

Armatura longitudinale

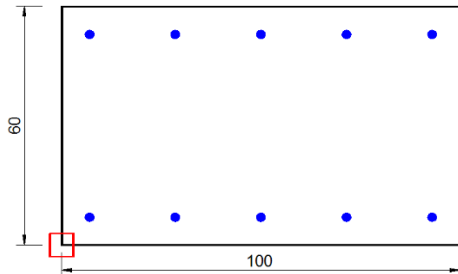
$\emptyset 12/200$ lato terreno

$\emptyset 12/200$ lato esterno

Copriferro 40mm

Armatura a taglio $\emptyset 10/600 \times 600$ quinconce

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 47 di 52



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$:		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Calcestruzzo:	C30/37	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	60.0
3	100.0	60.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	7.0	7.0	18
2	93.0	7.0	18

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI1305 001	REV. C	FOGLIO 48 di 52

3	7.0	53.0	18
4	93.0	53.0	18

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	18
2	3	4	3	18

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.00 (193.52)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1305 001</td> <td>C</td> <td>49 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	49 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1305 001	C	49 di 52								

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.00 (193.52)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	35.00	0.00	0.00	264.48	0.00	7.56	25.4(9.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.103	0.0	60.0	-0.00100	7.0	53.0	-0.03054	7.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000642202	-0.035032126	0.103	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL RH1305 001 C 50 di 52	

Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.31	100.0	60.0	-16.1	7.0	7.0	1582	12.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00009	0.00000	0.500	18.0	61	0.00005 (0.00005)	588	0.028 (990.00)	193.52	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.31	100.0	60.0	-16.1	7.0	7.0	1582	12.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00009	0.00000	0.500	18.0	61	0.00005 (0.00005)	588	0.028 (0.20)	193.52	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.31	100.0	60.0	-16.1	7.0	7.0	1582	12.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00009	0.00000	0.500	18.0	61	0.00005 (0.00005)	588	0.028 (0.20)	193.52	0.00

VERIFICA A TAGLIO

La verifica a taglio è stata eseguita attraverso un foglio excel.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 51 di 52

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio, tuttavia si prevede la seguente armatura a taglio :
spilli Ø10/400x400 quinconce

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 600$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{s1,1} = 5 \text{ } \emptyset 18$	$= 12,72 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{s1,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 530$ mm altezza utile	$A_{s1,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$12,72 \text{ cm}^2$

• **Sollecitazioni** (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 40,0 \text{ kN}$$

• **Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,614 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,393$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,002 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 198,3 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 208,4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 208,4 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER									
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1305 001	REV. C	FOGLIO 52 di 52

12.4 INCIDENZA

L'incidenza del muro vale:

Paramento: 80 kg/m³

Fondazione: 110 kg/m³

Incidenza media: 95 kg/m³

Paramento										
Caratteristiche geometriche				Armatura		diametro	peso	lunghezza	numero	peso totale
Spessore	L1	L2	V	Pos.		mm	kg/m	m	-	kg
m	m	m	m ³	Pos. 1	lato terreno veriticali	16	1,58	1,2	5	9,72
				Pos. 1	lato esterno veriticali	12	0,89	1,2	5	5,47
0,5	1	1	0,5	Pos. 2	lato terreno orizzontali***	10	0,62	1,2	7,5	5,72
				Pos. 2	lato esterno orizzontali***	10	0,62	1,2	7,5	5,72
				Pos. 3	chiusure di testa spalmate su 2,50m di altezza del paramento*	12	0,89	0,84	5	3,74
				Pos. 4	spilli	10	0,62	0,7	2,8	1,21
									totale	31,57
							1,2		incidenza	kg/m ³
									incidenza computata	kg/m ³
										80,00
Fondazione										
Caratteristiche geometriche				Armatura		diametro	peso	lunghezza	numero	peso totale
Spessore	L1	L2	V	Pos.		mm	kg/m	m	-	kg
m	m	m	m ³	Pos. 5	lato terreno trasversali	18	2	1,2	5	12
				Pos. 5	lato esterno trasversali	18	2	1,2	5	12,00
0,6	1	1	0,6	Pos. 6	lato terreno longitudinali	12	0,89	1,2	5	5,34
				Pos. 6	lato esterno longitudinali	12	0,89	1,2	5	5,34
				Pos. 7	chiusure laterali spalmate su 2,5m**	18	2	0,96	5	9,60
				Pos. 8	spilli	10	0,62	0,8	2,8	1,38
				Pos. 9	riprese spalmata su 2,5m di fondazione	16	1,58	0,62	10	9,80
									totale	55,45
							1,2		incidenza	kg/m ³
									incidenza computata	kg/m ³
									INCIDENZA MEDIA	kg/m ³
										95,00
					* poichè il calcolo dell'incidenza è stato eseguito al m3, le chiusure sono state spalmate per tutta l'altezza del paramento					
					** poichè il calcolo dell'incidenza è stato eseguito al m3, le riprese sono state spalmate per tutta la lunghezza della fondazione					
					*** è stata fatta una media tra il passo di 10cm (adottato per una lunghezza di H/3) ed il passo di 20cm (adottato per la parte rimanente del paramento)					

Progetto:
Ditta:
Comune:
Progettista:
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	43.37	23.70	39.71	17.43	1.50	-1.93
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	93.75/0.00	0.77	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			3.00	1.30	--	--
2	Spinta statica	48.61	23.53	44.57	19.41	1.50	-1.90
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	101.25/0.00	0.77	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			1.80	1.30	--	--
3	Spinta statica	21.26	24.61	19.33	8.86	1.50	-2.12
	Incremento di spinta sismica		11.92	10.84	4.96	1.50	-2.07
	Peso/Inerzia muro			11.50	67.42/5.75	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			12.15	71.25/6.07	0.75	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
Risultante forze sul muro			0.17	1.00	--	--	
4	Spinta statica	21.26	24.63	19.33	8.86	1.50	-2.12
	Incremento di spinta sismica		8.68	7.89	3.62	1.50	-2.07
	Peso/Inerzia muro			11.50	67.42/-5.75	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			12.15	71.25/-6.07	0.75	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
Risultante forze sul muro			0.17	1.00	--	--	
13	Spinta statica	31.75	23.77	29.05	12.80	1.50	-1.95
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	86.25/0.00	0.76	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			2.00	1.00	--	--
14	Spinta statica	21.26	24.56	19.34	8.84	1.50	-2.12
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	71.25/0.00	0.75	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			0.40	1.00	--	--
15	Spinta statica	21.26	24.56	19.34	8.84	1.50	-2.12
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	71.25/0.00	0.75	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			0.00	1.00	--	--
16	Spinta statica	35.24	23.61	32.29	14.12	1.50	-1.92
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	91.25/0.00	0.77	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			1.20	1.00	--	--
17	Spinta statica	31.75	23.77	29.05	12.80	1.50	-1.95
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	86.25/0.00	0.76	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			0.00	1.00	--	--
18	Spinta statica	21.26	24.56	19.34	8.84	1.50	-2.12
	Peso/Inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10

Peso/Inerzia terrapieno			0.00	71.25/0.00	0.75	-1.25
Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
Risultante forze sul muro			0.00	1.00	--	--

Fig. 1 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

Fig. 2 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	179.90	42.71	57.55	279.25	0.018
2 - STR (A1-M1-R3)	189.38	46.37	60.31	297.89	-0.005
3 - STR (A1-M1-R3)	165.32	53.98	64.66	245.45	0.156
4 - STR (A1-M1-R3)	140.33	51.04	78.12	225.59	0.199
5 - GEO (A2-M2-R2)	173.70	44.20	59.52	266.29	0.060
6 - GEO (A2-M2-R2)	181.98	48.65	63.90	282.62	0.048
7 - GEO (A2-M2-R2)	165.32	53.98	64.66	245.45	0.156
8 - GEO (A2-M2-R2)	140.33	51.04	78.12	225.59	0.199
9 - EQU (A1-M1-R3)	179.90	42.71	57.55	279.25	0.018
10 - EQU (A1-M1-R3)	189.38	46.37	60.31	297.89	-0.005
11 - EQU (A1-M1-R3)	174.34	72.62	88.88	261.50	0.260
12 - EQU (A1-M1-R3)	137.33	69.15	110.07	232.88	0.356
13 - SLER	167.47	31.05	40.89	253.76	-0.021
14 - SLEF	148.51	19.74	20.41	216.49	-0.070
15 - SLEQ	148.51	19.34	18.91	216.49	-0.080
16 - SLER	173.79	33.49	42.72	266.18	-0.036
17 - SLEF	167.47	29.05	33.39	253.76	-0.066
18 - SLEQ	148.51	19.34	18.91	216.49	-0.080

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.735		3.867			
2 - STR (A1-M1-R3)		2.652		3.636			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.989		2.625			

4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.786		2.570			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.489		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.424		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.597		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.478		
9 - EQU (A1-M1-R3)			4.852				
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.940				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.942				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.116				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	116.83	0.00	0.00	--	--	116.83	42.71	2.735
2 - STR (A1-M1-R3)	122.98	0.00	0.00	--	--	122.98	46.37	2.652
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	107.36	0.00	0.00	--	--	107.36	53.98	1.989
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	91.13	0.00	0.00	--	--	91.13	51.04	1.786

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	179.90	695.76	496.97	3.867
2 - STR (A1-M1-R3)	189.38	688.62	491.87	3.636
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	165.32	433.98	361.65	2.625
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	140.33	360.62	300.51	2.570

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	r _γ	D	B'	γ	φ	c
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq		[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
	Ny	iy	dy	gy	by	sy	py						
1	38.638	0.513	1.096	1.000	1.000	--	--	0.976	0.60	2.46	9.62	33.00	0
	26.092	0.532	1.065	1.000	1.000	--	--			2.30			
	24.442	0.403	1.000	1.000	1.000	--	--						

2	38.638	0.501	1.096	1.000	1.000	--	--	0.976	0.60	2.49	9.62	33.00	0
	26.092	0.521	1.065	1.000	1.000	--	--			2.30			
	24.442	0.391	1.000	1.000	1.000	--	--						
3	38.638	0.387	1.096	1.000	1.000	--	--	0.976	0.60	2.19	9.62	33.00	0
	26.092	0.410	1.065	1.000	1.000	--	--			2.30			
	24.442	0.273	1.000	1.000	1.000	--	--						
4	38.638	0.341	1.096	1.000	1.000	--	--	0.976	0.60	2.10	9.62	33.00	0
	26.092	0.367	1.065	1.000	1.000	--	--			2.30			
	24.442	0.230	1.000	1.000	1.000	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3)	279.25	57.55	4.852
10 - EQU (A1-M1-R3)	297.89	60.31	4.940
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	261.50	88.88	2.942
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	232.88	110.07	2.116

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
5 - GEO (A2-M2-R2)	-1.38; 1.66	5.58	1.489
6 - GEO (A2-M2-R2)	-1.38; 1.66	5.58	1.424
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.66; 3.04	6.92	1.597
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.94; 2.49	6.57	1.478

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.98	7.07	3.95 - 0.36	67.279	32.007	0	0.0	
2	8.07	7.07	0.36	59.406	32.007	0	0.0	
3	11.81	7.07	0.36	52.673	32.007	0	0.0	
4	14.78	7.07	0.36	46.877	32.007	0	0.0	
5	17.22	7.07	0.36	41.659	27.453	0	0.0	
6	19.26	7.07	0.36	36.840	27.453	0	0.0	
7	21.27	7.07	0.36	32.309	27.453	0	0.0	
8	23.64	7.07	0.36	27.997	27.453	0	0.6	
9	24.85	7.07	0.36	23.852	27.453	0	2.3	
10	25.85	3.68	0.36	19.836	27.453	0	3.7	
11	25.46	0.00	0.36	15.920	27.453	0	4.9	

12	32.28	1.00	0.36	12.080	27.453	0	5.8	
13	14.14	0.00	0.36	8.294	27.453	0	6.4	
14	10.39	0.00	0.36	4.544	27.453	0	6.8	
15	9.72	0.00	0.36	0.814	27.453	0	7.0	
16	9.67	0.00	0.36	-2.913	27.453	0	6.9	
17	9.46	0.00	0.36	-6.652	27.453	0	6.6	
18	9.09	0.00	0.36	-10.420	27.453	0	6.1	
19	8.54	0.00	0.36	-14.235	27.453	0	5.3	
20	7.82	0.00	0.36	-18.115	27.453	0	4.3	
21	6.90	0.00	0.36	-22.084	27.453	0	3.0	
22	5.79	0.00	0.36	-26.169	27.453	0	1.4	
23	4.44	0.00	0.36	-30.402	27.453	0	0.0	
24	2.84	0.00	0.36	-34.830	27.453	0	0.0	
25	0.95	0.00	-5.11 - 0.36	-38.357	27.453	0	0.0	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.98	9.42	3.95 - 0.36	67.279	32.007	0	0.0	
2	8.07	9.42	0.36	59.406	32.007	0	0.0	
3	11.81	9.42	0.36	52.673	32.007	0	0.0	
4	14.78	9.42	0.36	46.877	32.007	0	0.0	
5	17.22	9.42	0.36	41.659	27.453	0	0.0	
6	19.26	9.42	0.36	36.840	27.453	0	0.0	
7	21.27	9.42	0.36	32.309	27.453	0	0.0	
8	23.64	9.42	0.36	27.997	27.453	0	0.6	
9	24.85	9.42	0.36	23.852	27.453	0	2.3	
10	25.85	4.90	0.36	19.836	27.453	0	3.7	
11	25.46	0.00	0.36	15.920	27.453	0	4.9	
12	32.28	1.00	0.36	12.080	27.453	0	5.8	
13	14.14	0.00	0.36	8.294	27.453	0	6.4	
14	10.39	0.00	0.36	4.544	27.453	0	6.8	
15	9.72	0.00	0.36	0.814	27.453	0	7.0	
16	9.67	0.00	0.36	-2.913	27.453	0	6.9	
17	9.46	0.00	0.36	-6.652	27.453	0	6.6	
18	9.09	0.00	0.36	-10.420	27.453	0	6.1	
19	8.54	0.00	0.36	-14.235	27.453	0	5.3	
20	7.82	0.00	0.36	-18.115	27.453	0	4.3	
21	6.90	0.00	0.36	-22.084	27.453	0	3.0	
22	5.79	0.00	0.36	-26.169	27.453	0	1.4	
23	4.44	0.00	0.36	-30.402	27.453	0	0.0	
24	2.84	0.00	0.36	-34.830	27.453	0	0.0	
25	0.95	0.00	-5.11 - 0.36	-38.357	27.453	0	0.0	

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.82	0.00	4.56 - 0.42	59.831	38.000	0	0.0	
2	7.90	0.00	0.42	54.166	38.000	0	0.0	
3	12.03	0.00	0.42	48.627	38.000	0	0.0	
4	15.45	0.00	0.42	43.649	38.000	0	0.0	
5	18.34	0.00	0.42	39.059	38.000	0	0.0	
6	20.80	0.00	0.42	34.752	33.000	0	0.0	
7	22.91	0.00	0.42	30.661	33.000	0	0.0	
8	25.55	0.00	0.42	26.737	33.000	0	0.0	
9	27.59	0.00	0.42	22.946	33.000	0	1.2	
10	28.86	0.00	0.42	19.258	33.000	0	2.8	
11	29.92	0.00	0.42	15.651	33.000	0	4.1	
12	36.43	1.00	0.42	12.108	33.000	0	5.1	
13	14.14	0.00	0.42	8.611	33.000	0	5.8	
14	11.16	0.00	0.42	5.146	33.000	0	6.3	
15	10.80	0.00	0.42	1.700	33.000	0	6.6	
16	10.80	0.00	0.42	-1.740	33.000	0	6.6	
17	10.60	0.00	0.42	-5.186	33.000	0	6.3	
18	10.20	0.00	0.42	-8.651	33.000	0	5.8	
19	9.60	0.00	0.42	-12.149	33.000	0	5.1	
20	8.79	0.00	0.42	-15.693	33.000	0	4.1	
21	7.75	0.00	0.42	-19.300	33.000	0	2.8	
22	6.49	0.00	0.42	-22.990	33.000	0	1.2	
23	4.96	0.00	0.42	-26.783	33.000	0	0.0	

24	3.17	0.00	0.42	-30.708	33.000	0	0.0
25	1.06	0.00	-5.81 - 0.42	-33.815	33.000	0	0.0

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	3.24	0.00	4.16 - 0.42	63.141	38.000	0	0.0	
2	8.95	0.00	0.42	56.474	38.000	0	0.0	
3	13.40	0.00	0.42	50.355	38.000	0	0.0	
4	17.02	0.00	0.42	44.956	38.000	0	0.0	
5	20.03	0.00	0.42	40.031	33.000	0	0.0	
6	22.57	0.00	0.42	35.442	33.000	0	0.0	
7	25.56	0.00	0.42	31.104	33.000	0	0.0	
8	27.93	0.00	0.42	26.957	33.000	0	1.6	
9	29.46	0.00	0.42	22.958	33.000	0	3.5	
10	30.72	0.00	0.42	19.075	33.000	0	5.1	
11	37.43	1.00	0.42	15.281	33.000	0	6.3	
12	15.53	0.00	0.42	11.555	33.000	0	7.3	
13	12.54	0.00	0.42	7.878	33.000	0	8.0	
14	12.32	0.00	0.42	4.234	33.000	0	8.4	
15	12.46	0.00	0.42	0.607	33.000	0	8.6	
16	12.39	0.00	0.42	-3.018	33.000	0	8.5	
17	12.11	0.00	0.42	-6.655	33.000	0	8.2	
18	11.62	0.00	0.42	-10.319	33.000	0	7.6	
19	10.91	0.00	0.42	-14.026	33.000	0	6.7	
20	9.98	0.00	0.42	-17.795	33.000	0	5.5	
21	8.80	0.00	0.42	-21.646	33.000	0	4.1	
22	7.36	0.00	0.42	-25.602	33.000	0	2.3	
23	5.64	0.00	0.42	-29.696	33.000	0	0.1	
24	3.60	0.00	0.42	-33.964	33.000	0	0.0	
25	1.20	0.00	-6.23 - 0.42	-37.329	33.000	0	0.0	

Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.30	3.00	1.95
2	-0.10	2.53	3.03	2.25
3	-0.20	3.75	3.10	2.56
4	-0.30	4.98	3.23	2.87
5	-0.40	6.20	3.41	3.20
6	-0.50	7.43	3.67	3.56
7	-0.60	8.66	4.03	3.94
8	-0.70	9.88	4.52	4.37
9	-0.80	11.11	5.14	4.85
10	-0.90	12.33	5.87	5.40
11	-1.00	13.56	6.70	6.03
12	-1.10	14.78	7.61	6.74
13	-1.20	16.01	8.58	7.55
14	-1.30	17.24	9.61	8.46
15	-1.40	18.46	10.70	9.48
16	-1.50	19.69	11.85	10.60
17	-1.60	20.91	13.06	11.85
18	-1.70	22.14	14.33	13.22

19	-1.80	23.37	15.64	14.71
20	-1.90	24.59	17.02	16.35
21	-2.00	25.82	18.45	18.12
22	-2.10	27.04	19.93	20.04
23	-2.20	28.27	21.46	22.11
24	-2.30	29.49	23.04	24.33
25	-2.40	30.72	24.68	26.72
26	-2.50	31.95	26.37	29.27

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.30	1.80	1.17
2	-0.10	2.53	1.83	1.35
3	-0.20	3.75	1.90	1.54
4	-0.30	4.98	2.03	1.73
5	-0.40	6.20	2.21	1.94
6	-0.50	7.43	2.49	2.18
7	-0.60	8.66	2.90	2.45
8	-0.70	9.88	3.46	2.76
9	-0.80	11.11	4.19	3.14
10	-0.90	12.33	5.04	3.61
11	-1.00	13.56	5.98	4.16
12	-1.10	14.78	7.00	4.80
13	-1.20	16.01	8.10	5.56
14	-1.30	17.24	9.26	6.43
15	-1.40	18.46	10.49	7.41
16	-1.50	19.69	11.77	8.53
17	-1.60	20.91	13.12	9.77
18	-1.70	22.14	14.52	11.15
19	-1.80	23.37	15.98	12.68
20	-1.90	24.59	17.50	14.35
21	-2.00	25.82	19.07	16.18
22	-2.10	27.04	20.69	18.17
23	-2.20	28.27	22.37	20.32
24	-2.30	29.49	24.11	22.64
25	-2.40	30.72	25.89	25.14
26	-2.50	31.95	27.73	27.82

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.00	0.17	0.00
2	-0.10	2.23	0.41	0.03
3	-0.20	3.45	0.71	0.08
4	-0.30	4.68	1.07	0.17
5	-0.40	5.90	1.49	0.30
6	-0.50	7.13	1.97	0.47
7	-0.60	8.36	2.52	0.70
8	-0.70	9.58	3.12	0.98
9	-0.80	10.81	3.78	1.32
10	-0.90	12.03	4.50	1.74
11	-1.00	13.26	5.29	2.23
12	-1.10	14.48	6.13	2.80
13	-1.20	15.71	7.04	3.45
14	-1.30	16.94	8.00	4.21
15	-1.40	18.16	9.03	5.06
16	-1.50	19.39	10.12	6.01
17	-1.60	20.61	11.26	7.08
18	-1.70	21.84	12.47	8.27
19	-1.80	23.07	13.74	9.58
20	-1.90	24.29	15.07	11.02
21	-2.00	25.52	16.46	12.59
22	-2.10	26.74	17.91	14.31
23	-2.20	27.97	19.42	16.18
24	-2.30	29.19	20.99	18.20
25	-2.40	30.42	22.62	20.38
26	-2.50	31.65	24.31	22.72

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	1.00	0.17	0.00
2	-0.10	2.23	0.41	0.03
3	-0.20	3.45	0.70	0.08
4	-0.30	4.68	1.04	0.17
5	-0.40	5.90	1.44	0.29
6	-0.50	7.13	1.90	0.46
7	-0.60	8.36	2.41	0.68
8	-0.70	9.58	2.97	0.94
9	-0.80	10.81	3.59	1.27
10	-0.90	12.03	4.26	1.66
11	-1.00	13.26	4.99	2.13
12	-1.10	14.48	5.77	2.66
13	-1.20	15.71	6.60	3.28
14	-1.30	16.94	7.49	3.99
15	-1.40	18.16	8.44	4.78
16	-1.50	19.39	9.44	5.68
17	-1.60	20.61	10.49	6.67
18	-1.70	21.84	11.60	7.78
19	-1.80	23.07	12.76	8.99
20	-1.90	24.29	13.98	10.33
21	-2.00	25.52	15.25	11.79
22	-2.10	26.74	16.58	13.38
23	-2.20	27.97	17.96	15.11
24	-2.30	29.19	19.40	16.98
25	-2.40	30.42	20.88	18.99
26	-2.50	31.65	22.43	21.16

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	1.00	2.00	1.30
2	-0.10	2.23	2.02	1.50
3	-0.20	3.45	2.08	1.71
4	-0.30	4.68	2.18	1.92
5	-0.40	5.90	2.31	2.14
6	-0.50	7.13	2.51	2.38
7	-0.60	8.36	2.77	2.65
8	-0.70	9.58	3.12	2.94
9	-0.80	10.81	3.57	3.27
10	-0.90	12.03	4.10	3.66
11	-1.00	13.26	4.70	4.10
12	-1.10	14.48	5.36	4.60
13	-1.20	15.71	6.07	5.17
14	-1.30	16.94	6.82	5.82
15	-1.40	18.16	7.62	6.54
16	-1.50	19.39	8.47	7.34
17	-1.60	20.61	9.36	8.23
18	-1.70	21.84	10.29	9.21
19	-1.80	23.07	11.26	10.29
20	-1.90	24.29	12.27	11.47
21	-2.00	25.52	13.32	12.75
22	-2.10	26.74	14.42	14.13
23	-2.20	27.97	15.55	15.63
24	-2.30	29.19	16.73	17.24
25	-2.40	30.42	17.94	18.98
26	-2.50	31.65	19.20	20.83

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	1.00	0.40	0.26
2	-0.10	2.23	0.42	0.30
3	-0.20	3.45	0.48	0.35
4	-0.30	4.68	0.58	0.40
5	-0.40	5.90	0.71	0.46

6	-0.50	7.13	0.89	0.54
7	-0.60	8.36	1.10	0.64
8	-0.70	9.58	1.36	0.76
9	-0.80	10.81	1.65	0.91
10	-0.90	12.03	1.98	1.10
11	-1.00	13.26	2.35	1.31
12	-1.10	14.48	2.76	1.57
13	-1.20	15.71	3.21	1.87
14	-1.30	16.94	3.70	2.21
15	-1.40	18.16	4.23	2.61
16	-1.50	19.39	4.79	3.06
17	-1.60	20.61	5.40	3.57
18	-1.70	21.84	6.04	4.14
19	-1.80	23.07	6.72	4.78
20	-1.90	24.29	7.44	5.48
21	-2.00	25.52	8.20	6.27
22	-2.10	26.74	9.00	7.13
23	-2.20	27.97	9.84	8.07
24	-2.30	29.19	10.72	9.10
25	-2.40	30.42	11.64	10.21
26	-2.50	31.65	12.59	11.42

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.00	0.00	0.00
2	-0.10	2.23	0.02	0.00
3	-0.20	3.45	0.08	0.01
4	-0.30	4.68	0.18	0.02
5	-0.40	5.90	0.31	0.04
6	-0.50	7.13	0.49	0.08
7	-0.60	8.36	0.70	0.14
8	-0.70	9.58	0.96	0.22
9	-0.80	10.81	1.25	0.33
10	-0.90	12.03	1.58	0.48
11	-1.00	13.26	1.95	0.65
12	-1.10	14.48	2.36	0.87
13	-1.20	15.71	2.81	1.13
14	-1.30	16.94	3.30	1.43
15	-1.40	18.16	3.83	1.79
16	-1.50	19.39	4.39	2.20
17	-1.60	20.61	5.00	2.67
18	-1.70	21.84	5.64	3.20
19	-1.80	23.07	6.32	3.80
20	-1.90	24.29	7.04	4.46
21	-2.00	25.52	7.80	5.21
22	-2.10	26.74	8.60	6.03
23	-2.20	27.97	9.44	6.93
24	-2.30	29.19	10.32	7.92
25	-2.40	30.42	11.24	8.99
26	-2.50	31.65	12.19	10.16

Combinazione n° 16 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.00	1.20	0.78
2	-0.10	2.23	1.22	0.90
3	-0.20	3.45	1.28	1.03
4	-0.30	4.68	1.38	1.16
5	-0.40	5.90	1.51	1.30
6	-0.50	7.13	1.72	1.46
7	-0.60	8.36	2.02	1.65
8	-0.70	9.58	2.42	1.87
9	-0.80	10.81	2.94	2.14
10	-0.90	12.03	3.54	2.46
11	-1.00	13.26	4.22	2.85
12	-1.10	14.48	4.96	3.31
13	-1.20	15.71	5.75	3.84
14	-1.30	16.94	6.59	4.46
15	-1.40	18.16	7.48	5.16

16	-1.50	19.39	8.41	5.95
17	-1.60	20.61	9.39	6.84
18	-1.70	21.84	10.41	7.83
19	-1.80	23.07	11.48	8.93
20	-1.90	24.29	12.59	10.13
21	-2.00	25.52	13.73	11.45
22	-2.10	26.74	14.93	12.88
23	-2.20	27.97	16.16	14.43
24	-2.30	29.19	17.43	16.11
25	-2.40	30.42	18.74	17.92
26	-2.50	31.65	20.10	19.86

Combinazione n° 17 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	1.00	0.00	0.00
2	-0.10	2.23	0.02	0.00
3	-0.20	3.45	0.08	0.01
4	-0.30	4.68	0.18	0.02
5	-0.40	5.90	0.31	0.04
6	-0.50	7.13	0.51	0.08
7	-0.60	8.36	0.77	0.15
8	-0.70	9.58	1.12	0.24
9	-0.80	10.81	1.57	0.37
10	-0.90	12.03	2.10	0.56
11	-1.00	13.26	2.70	0.80
12	-1.10	14.48	3.36	1.10
13	-1.20	15.71	4.07	1.47
14	-1.30	16.94	4.82	1.92
15	-1.40	18.16	5.62	2.44
16	-1.50	19.39	6.47	3.04
17	-1.60	20.61	7.36	3.73
18	-1.70	21.84	8.29	4.51
19	-1.80	23.07	9.26	5.39
20	-1.90	24.29	10.27	6.37
21	-2.00	25.52	11.32	7.45
22	-2.10	26.74	12.42	8.63
23	-2.20	27.97	13.55	9.93
24	-2.30	29.19	14.73	11.34
25	-2.40	30.42	15.94	12.88
26	-2.50	31.65	17.20	14.53

Combinazione n° 18 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	1.00	0.00	0.00
2	-0.10	2.23	0.02	0.00
3	-0.20	3.45	0.08	0.01
4	-0.30	4.68	0.18	0.02
5	-0.40	5.90	0.31	0.04
6	-0.50	7.13	0.49	0.08
7	-0.60	8.36	0.70	0.14
8	-0.70	9.58	0.96	0.22
9	-0.80	10.81	1.25	0.33
10	-0.90	12.03	1.58	0.48
11	-1.00	13.26	1.95	0.65
12	-1.10	14.48	2.36	0.87
13	-1.20	15.71	2.81	1.13
14	-1.30	16.94	3.30	1.43
15	-1.40	18.16	3.83	1.79
16	-1.50	19.39	4.39	2.20
17	-1.60	20.61	5.00	2.67
18	-1.70	21.84	5.64	3.20
19	-1.80	23.07	6.32	3.80
20	-1.90	24.29	7.04	4.46
21	-2.00	25.52	7.80	5.21
22	-2.10	26.74	8.60	6.03
23	-2.20	27.97	9.44	6.93
24	-2.30	29.19	10.32	7.92
25	-2.40	30.42	11.24	8.99

26	-2.50	31.65	12.19	10.16
----	-------	-------	-------	-------



Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	6.02	0.30
3	-0.80	0.00	12.01	1.20
4	-0.70	0.00	17.98	2.70
5	-0.60	0.00	23.93	4.80
6	-0.50	0.00	29.85	7.49
7	0.00	0.00	-31.08	-24.00
8	0.10	0.00	-30.68	-22.03
9	0.20	0.00	-30.25	-20.11
10	0.30	0.00	-29.80	-18.23
11	0.40	0.00	-29.33	-16.40
12	0.50	0.00	-28.83	-14.62
13	0.60	0.00	-26.06	-11.87
14	0.70	0.00	-23.26	-9.41
15	0.80	0.00	-20.44	-7.22
16	0.90	0.00	-17.59	-5.32
17	1.00	0.00	-14.72	-3.71
18	1.10	0.00	-11.83	-2.38
19	1.20	0.00	-8.91	-1.34
20	1.30	0.00	-5.96	-0.60
21	1.40	0.00	-2.99	-0.15
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	6.03	0.30
3	-0.80	0.00	12.06	1.21
4	-0.70	0.00	18.10	2.71
5	-0.60	0.00	24.14	4.82
6	-0.50	0.00	30.19	7.54
7	0.00	0.00	-30.57	-22.74
8	0.10	0.00	-30.49	-21.19
9	0.20	0.00	-30.41	-19.64
10	0.30	0.00	-30.34	-18.11
11	0.40	0.00	-30.27	-16.58
12	0.50	0.00	-30.22	-15.05
13	0.60	0.00	-27.16	-12.18
14	0.70	0.00	-24.12	-9.62
15	0.80	0.00	-21.08	-7.36
16	0.90	0.00	-18.05	-5.40
17	1.00	0.00	-15.03	-3.75
18	1.10	0.00	-12.01	-2.40
19	1.20	0.00	-9.00	-1.35
20	1.30	0.00	-5.99	-0.60
21	1.40	0.00	-2.99	-0.15
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	7.52	0.38
3	-0.80	0.00	14.85	1.50
4	-0.70	0.00	21.98	3.34

5	-0.60	0.00	28.90	5.89
6	-0.50	0.00	35.63	9.12
7	0.00	0.00	-9.02	-12.35
8	0.10	0.00	-9.80	-11.40
9	0.20	0.00	-10.39	-10.39
10	0.30	0.00	-10.79	-9.33
11	0.40	0.00	-10.98	-8.24
12	0.50	0.00	-10.97	-7.14
13	0.60	0.00	-10.77	-6.05
14	0.70	0.00	-10.37	-4.99
15	0.80	0.00	-9.77	-3.99
16	0.90	0.00	-8.97	-3.05
17	1.00	0.00	-7.97	-2.20
18	1.10	0.00	-6.77	-1.46
19	1.20	0.00	-5.38	-0.85
20	1.30	0.00	-3.78	-0.39
21	1.40	0.00	-1.99	-0.10
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	6.72	0.34
3	-0.80	0.00	13.22	1.34
4	-0.70	0.00	19.51	2.97
5	-0.60	0.00	25.58	5.23
6	-0.50	0.00	31.44	8.08
7	0.00	0.00	-25.21	-24.94
8	0.10	0.00	-25.03	-22.43
9	0.20	0.00	-24.64	-19.94
10	0.30	0.00	-24.03	-17.51
11	0.40	0.00	-23.21	-15.15
12	0.50	0.00	-22.17	-12.87
13	0.60	0.00	-20.92	-10.72
14	0.70	0.00	-19.45	-8.70
15	0.80	0.00	-17.77	-6.83
16	0.90	0.00	-15.88	-5.15
17	1.00	0.00	-13.77	-3.67
18	1.10	0.00	-11.44	-2.40
19	1.20	0.00	-8.90	-1.38
20	1.30	0.00	-6.15	-0.63
21	1.40	0.00	-3.18	-0.16
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	4.90	0.24
3	-0.80	0.00	9.83	0.98
4	-0.70	0.00	14.79	2.21
5	-0.60	0.00	19.77	3.94
6	-0.50	0.00	24.78	6.17
7	0.00	0.00	-5.80	-3.58
8	0.10	0.00	-6.22	-3.73
9	0.20	0.00	-6.67	-3.84
10	0.30	0.00	-7.15	-3.90
11	0.40	0.00	-7.65	-3.91
12	0.50	0.00	-8.19	-3.87
13	0.60	0.00	-7.24	-3.10
14	0.70	0.00	-6.33	-2.42
15	0.80	0.00	-5.44	-1.83
16	0.90	0.00	-4.59	-1.33
17	1.00	0.00	-3.75	-0.91
18	1.10	0.00	-2.95	-0.58
19	1.20	0.00	-2.17	-0.32
20	1.30	0.00	-1.42	-0.14
21	1.40	0.00	-0.70	-0.03
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	3.51	0.17
3	-0.80	0.00	7.10	0.70
4	-0.70	0.00	10.76	1.60
5	-0.60	0.00	14.51	2.86
6	-0.50	0.00	18.34	4.50
7	0.00	0.00	1.80	3.61
8	0.10	0.00	2.24	3.40
9	0.20	0.00	2.60	3.16
10	0.30	0.00	2.88	2.88
11	0.40	0.00	3.08	2.59
12	0.50	0.00	3.20	2.27
13	0.60	0.00	3.25	1.95
14	0.70	0.00	3.21	1.62
15	0.80	0.00	3.09	1.31
16	0.90	0.00	2.88	1.01
17	1.00	0.00	2.60	0.73
18	1.10	0.00	2.24	0.49
19	1.20	0.00	1.80	0.29
20	1.30	0.00	1.28	0.13
21	1.40	0.00	0.68	0.03
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	3.37	0.17
3	-0.80	0.00	6.83	0.68
4	-0.70	0.00	10.38	1.54
5	-0.60	0.00	14.03	2.76
6	-0.50	0.00	17.76	4.35
7	0.00	0.00	2.67	4.58
8	0.10	0.00	3.13	4.29
9	0.20	0.00	3.50	3.95
10	0.30	0.00	3.78	3.59
11	0.40	0.00	3.97	3.20
12	0.50	0.00	4.07	2.80
13	0.60	0.00	4.07	2.39
14	0.70	0.00	3.99	1.99
15	0.80	0.00	3.81	1.60
16	0.90	0.00	3.54	1.23
17	1.00	0.00	3.18	0.89
18	1.10	0.00	2.73	0.59
19	1.20	0.00	2.18	0.35
20	1.30	0.00	1.55	0.16
21	1.40	0.00	0.82	0.04
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 16 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	4.91	0.24
3	-0.80	0.00	9.86	0.98
4	-0.70	0.00	14.86	2.22
5	-0.60	0.00	19.91	3.96
6	-0.50	0.00	25.01	6.20
7	0.00	0.00	-5.46	-2.75
8	0.10	0.00	-6.09	-3.17
9	0.20	0.00	-6.77	-3.53
10	0.30	0.00	-7.50	-3.81
11	0.40	0.00	-8.28	-4.02
12	0.50	0.00	-9.11	-4.16

13	0.60	0.00	-7.98	-3.30
14	0.70	0.00	-6.90	-2.56
15	0.80	0.00	-5.87	-1.92
16	0.90	0.00	-4.89	-1.38
17	1.00	0.00	-3.96	-0.94
18	1.10	0.00	-3.07	-0.59
19	1.20	0.00	-2.23	-0.32
20	1.30	0.00	-1.44	-0.14
21	1.40	0.00	-0.70	-0.03
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 17 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	4.21	0.21
3	-0.80	0.00	8.51	0.84
4	-0.70	0.00	12.89	1.91
5	-0.60	0.00	17.35	3.43
6	-0.50	0.00	21.90	5.39
7	0.00	0.00	-1.48	1.28
8	0.10	0.00	-1.79	0.69
9	0.20	0.00	-2.18	0.14
10	0.30	0.00	-2.66	-0.37
11	0.40	0.00	-3.22	-0.83
12	0.50	0.00	-3.87	-1.23
13	0.60	0.00	-3.10	-0.88
14	0.70	0.00	-2.41	-0.60
15	0.80	0.00	-1.82	-0.39
16	0.90	0.00	-1.30	-0.24
17	1.00	0.00	-0.87	-0.13
18	1.10	0.00	-0.53	-0.06
19	1.20	0.00	-0.27	-0.02
20	1.30	0.00	-0.10	0.00
21	1.40	0.00	-0.01	0.00
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 18 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	3.37	0.17
3	-0.80	0.00	6.83	0.68
4	-0.70	0.00	10.38	1.54
5	-0.60	0.00	14.03	2.76
6	-0.50	0.00	17.76	4.35
7	0.00	0.00	2.67	4.58
8	0.10	0.00	3.13	4.29
9	0.20	0.00	3.50	3.95
10	0.30	0.00	3.78	3.59
11	0.40	0.00	3.97	3.20
12	0.50	0.00	4.07	2.80
13	0.60	0.00	4.07	2.39
14	0.70	0.00	3.99	1.99
15	0.80	0.00	3.81	1.60
16	0.90	0.00	3.54	1.23
17	1.00	0.00	3.18	0.89
18	1.10	0.00	2.73	0.59
19	1.20	0.00	2.18	0.35
20	1.30	0.00	1.55	0.16
21	1.40	0.00	0.82	0.04
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Fig. 7 - Fondazione (Involuppo)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
2	Spinta statica	48.61	23.53	44.57	19.41	1.50	-1.90
	Peso/inerzia muro			0.00	67.42/0.00	0.02	-2.10
	Peso/inerzia terrapieno			0.00	101.25/0.00	0.77	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			1.80	1.30	--	--

Fig. 8 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

Fig. 9 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	179.90	42.71	57.55	279.25	0.018
2 - STR (A1-M1-R3)	189.38	46.37	60.31	297.89	-0.005
3 - STR (A1-M1-R3)	165.32	53.98	64.66	245.45	0.156
4 - STR (A1-M1-R3)	140.33	51.04	78.12	225.59	0.199
5 - GEO (A2-M2-R2)	173.70	44.20	59.52	266.29	0.060
6 - GEO (A2-M2-R2)	181.98	48.65	63.90	282.62	0.048
7 - GEO (A2-M2-R2)	165.32	53.98	64.66	245.45	0.156
8 - GEO (A2-M2-R2)	140.33	51.04	78.12	225.59	0.199
9 - EQU (A1-M1-R3)	179.90	42.71	57.55	279.25	0.018
10 - EQU (A1-M1-R3)	189.38	46.37	60.31	297.89	-0.005
11 - EQU (A1-M1-R3)	174.34	72.62	88.88	261.50	0.260
12 - EQU (A1-M1-R3)	137.33	69.15	110.07	232.88	0.356
13 - SLER	167.47	31.05	40.89	253.76	-0.021
14 - SLEF	148.51	19.74	20.41	216.49	-0.070
15 - SLEQ	148.51	19.34	18.91	216.49	-0.080
16 - SLER	173.79	33.49	42.72	266.18	-0.036
17 - SLEF	167.47	29.05	33.39	253.76	-0.066
18 - SLEQ	148.51	19.34	18.91	216.49	-0.080

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLM}	Coeff. di sicurezza a carico limite

FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
 FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
 FS_{SUPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.735		3.867			
2 - STR (A1-M1-R3)		2.652		3.636			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.989		2.625			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.786		2.570			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.489		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.424		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.597		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.478		
9 - EQU (A1-M1-R3)			4.852				
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.940				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.942				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.116				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 R_{sa} Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
 R_{pt} Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
 R_{ps} Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
 R_p Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
 R_t Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
 R Resistenza allo scorrimento (somma di R_{sa}+R_{pt}+R_{ps}+R_p), espresso in [kN]
 T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R _{sa}	R _{pt}	R _{ps}	R _p	R _t	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	91.13	0.00	0.00	--	--	91.13	51.04	1.786

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
 Q_u carico limite del terreno, espresso in [kN]
 Q_d Portanza di progetto, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Q _u	Q _d	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	140.33	360.62	300.51	2.570

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante
 i_c, i_q, i_γ Fattori di inclinazione del carico
 d_c, d_q, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
 g_c, g_q, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
 b_c, b_q, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
 s_c, s_q, s_γ Fattori di forma della fondazione
 p_c, p_q, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
 r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5b_γN_γ viene moltiplicato per questo fattore
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	N _c N _q N _γ	i _c i _q i _γ	d _c d _q d _γ	g _c g _q g _γ	b _c b _q b _γ	s _c s _q s _γ	p _c p _q p _γ	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	38.638	0.341	1.096	1.000	1.000	--	--	0.976	0.60	2.10	9.62	33.00	0

	26.092	0.367	1.065	1.000	1.000	--	--			2.30			
	24.442	0.230	1.000	1.000	1.000	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	232.88	110.07	2.116

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	-1.38; 1.66	5.58	1.424

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	2.98	9.42	3.95 - 0.36	67.279	32.007	0	0.0	
2	8.07	9.42	0.36	59.406	32.007	0	0.0	
3	11.81	9.42	0.36	52.673	32.007	0	0.0	
4	14.78	9.42	0.36	46.877	32.007	0	0.0	
5	17.22	9.42	0.36	41.659	27.453	0	0.0	
6	19.26	9.42	0.36	36.840	27.453	0	0.0	
7	21.27	9.42	0.36	32.309	27.453	0	0.0	
8	23.64	9.42	0.36	27.997	27.453	0	0.6	
9	24.85	9.42	0.36	23.852	27.453	0	2.3	
10	25.85	4.90	0.36	19.836	27.453	0	3.7	
11	25.46	0.00	0.36	15.920	27.453	0	4.9	
12	32.28	1.00	0.36	12.080	27.453	0	5.8	
13	14.14	0.00	0.36	8.294	27.453	0	6.4	
14	10.39	0.00	0.36	4.544	27.453	0	6.8	
15	9.72	0.00	0.36	0.814	27.453	0	7.0	
16	9.67	0.00	0.36	-2.913	27.453	0	6.9	
17	9.46	0.00	0.36	-6.652	27.453	0	6.6	
18	9.09	0.00	0.36	-10.420	27.453	0	6.1	
19	8.54	0.00	0.36	-14.235	27.453	0	5.3	
20	7.82	0.00	0.36	-18.115	27.453	0	4.3	
21	6.90	0.00	0.36	-22.084	27.453	0	3.0	
22	5.79	0.00	0.36	-26.169	27.453	0	1.4	
23	4.44	0.00	0.36	-30.402	27.453	0	0.0	
24	2.84	0.00	0.36	-34.830	27.453	0	0.0	
25	0.95	0.00	-5.11 - 0.36	-38.357	27.453	0	0.0	

Fig. 10 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	1.00	1.30	0.00	3.00	0.00	1.95
2	-0.10	2.23	2.53	0.02	3.03	0.00	2.25
3	-0.20	3.45	3.75	0.08	3.10	0.01	2.56
4	-0.30	4.68	4.98	0.18	3.23	0.02	2.87
5	-0.40	5.90	6.20	0.31	3.41	0.04	3.20
6	-0.50	7.13	7.43	0.49	3.67	0.08	3.56
7	-0.60	8.36	8.66	0.70	4.03	0.14	3.94
8	-0.70	9.58	9.88	0.96	4.52	0.22	4.37
9	-0.80	10.81	11.11	1.25	5.14	0.33	4.85
10	-0.90	12.03	12.33	1.58	5.87	0.48	5.40
11	-1.00	13.26	13.56	1.95	6.70	0.65	6.03
12	-1.10	14.48	14.78	2.36	7.61	0.87	6.74
13	-1.20	15.71	16.01	2.81	8.58	1.13	7.55
14	-1.30	16.94	17.24	3.30	9.61	1.43	8.46
15	-1.40	18.16	18.46	3.83	10.70	1.79	9.48
16	-1.50	19.39	19.69	4.39	11.85	2.20	10.60
17	-1.60	20.61	20.91	5.00	13.12	2.67	11.85
18	-1.70	21.84	22.14	5.64	14.52	3.20	13.22
19	-1.80	23.07	23.37	6.32	15.98	3.80	14.71
20	-1.90	24.29	24.59	7.04	17.50	4.46	16.35
21	-2.00	25.52	25.82	7.80	19.07	5.21	18.12
22	-2.10	26.74	27.04	8.60	20.69	6.03	20.04
23	-2.20	27.97	28.27	9.44	22.37	6.93	22.11
24	-2.30	29.19	29.49	10.32	24.11	7.92	24.33
25	-2.40	30.42	30.72	11.24	25.89	8.99	26.72
26	-2.50	31.65	31.95	12.19	27.73	10.16	29.27

Fig. 11 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	0.00	3.37	7.52	0.17	0.38
3	-0.80	0.00	0.00	6.83	14.85	0.68	1.50
4	-0.70	0.00	0.00	10.38	21.98	1.54	3.34
5	-0.60	0.00	0.00	14.03	28.90	2.76	5.89
6	-0.50	0.00	0.00	17.76	35.63	4.35	9.12
7	0.00	0.00	0.00	-31.08	2.67	-24.94	4.58
8	0.10	0.00	0.00	-30.68	3.13	-22.43	4.29
9	0.20	0.00	0.00	-30.41	3.50	-20.11	3.95
10	0.30	0.00	0.00	-30.34	3.78	-18.23	3.59
11	0.40	0.00	0.00	-30.27	3.97	-16.58	3.20
12	0.50	0.00	0.00	-30.22	4.07	-15.05	2.80
13	0.60	0.00	0.00	-27.16	4.07	-12.18	2.39
14	0.70	0.00	0.00	-24.12	3.99	-9.62	1.99
15	0.80	0.00	0.00	-21.08	3.81	-7.36	1.60
16	0.90	0.00	0.00	-18.05	3.54	-5.40	1.23
17	1.00	0.00	0.00	-15.03	3.18	-3.75	0.89

18	1.10	0.00	0.00	-12.01	2.73	-2.40	0.59
19	1.20	0.00	0.00	-9.00	2.18	-1.38	0.35
20	1.30	0.00	0.00	-6.15	1.55	-0.63	0.16
21	1.40	0.00	0.00	-3.18	0.82	-0.16	0.04
22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fig. 12 - Fondazione

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kN]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.25	72.30	90.38
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.50	61.97	92.95
Calcestruzzo magro	[mc]	2.70	46.48	125.50
Casseformi	[mq]	50.00	13.94	697.00
Scavo a sezione obbligata	[mc]	15.00	9.30	139.50
Totale muro				1145.33
Totale				1145.33

Indice

Opzioni di calcolo	
Risultati per combinazione	
Spinta e forze	
Risultanti globali	
Verifiche geotecniche	
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	
Verifica a scorrimento fondazione	
Verifica a carico limite	
Dettagli calcolo portanza	
Verifica a ribaltamento	
Verifica stabilità globale muro + terreno	
Dettagli strisce verifiche stabilità	
Sollecitazioni	
Paramento	
Fondazione	
Risultati per involuppo	
Spinta e forze	
Risultanti globali	
Verifiche geotecniche	
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	
Verifica a scorrimento fondazione	
Verifica a carico limite	
Dettagli calcolo portanza	
Verifica a ribaltamento	
Verifica stabilità globale muro + terreno	
Dettagli strisce verifiche stabilità	
Sollecitazioni	
Paramento	
Fondazione	
Elenco ferri	
Computo metrico	