

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

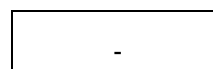
PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO

Barriere antirumore e muri di recinzione – Stazione Bergamo Ospedale
Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

SCALA:



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
N B 1 R	0 2	D	2 6	C L	R I 0 0 0 5	0 0 5	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Serrau 	Marzo 2020	A. Maran 	Marzo 2020	M. Berlingieri 	Marzo 2020	A. Perego Marzo 2020

File: NB1R02D26RI0005005A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	MODIFICA E RINFORZO DEI MURI DI SOSTEGNO ESISTENTI (LATO SUD)	5
1.2	REALIZZAZIONE DEL NUOVO MURO (LATO NORD)	7
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	8
2.1	NORMATIVA E ISTRUZIONI	8
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	10
3.1	CALCESTRUZZO	10
3.1.1	<i>Muro lato Nord - Classe C32/40</i>	10
3.1.2	<i>Micropali - Classe C25/30</i>	10
3.1.3	<i>Cordolo di coronamento micropali - Classe C30/37</i>	10
3.2	ACCIAIO	11
3.2.1	<i>Acciaio per cemento armato</i>	11
3.2.1	<i>Acciaio da carpenteria metallica</i>	11
4	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	12
5	CARATTERISTICHE DEL MURO	13
5.1	GEOMETRIA DEL MURO	13
5.2	CARATTERISTICHE DEL TERRENO DEL RILEVATO A TERGO SPALLA	13
6	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	14
6.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	14
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	14
6.3	SPINTA DELLE TERRE E DELL'ACQUA	14
6.4	SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO	14
6.5	AZIONE DEL VENTO	14
6.5.1	<i>Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario</i>	19
6.6	AZIONE SISMICA	21
6.6.1	<i>Vita nominale</i>	21

6.6.2	Classe d'uso	22
6.6.3	Periodo di riferimento	22
6.6.4	Valutazione dei parametri di pericolosità sismica	22
6.6.5	Caratterizzazione sismica del terreno	23
6.6.5.1	Categorie di Sottosuolo	23
6.6.5.2	Condizioni topografiche	24
6.6.5.3	Amplificazione Stratigrafica e Topografica	24
6.6.6	Parametri sismici di calcolo	25
7	VERIFICHE DELL'INTERVENTO LATO SUD	27
7.1	ANALISI DI STABILITÀ E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	27
7.2	OUTPUT DEL SOFTWARE DI CALCOLO	27
7.3	VERIFICA DEL MURO LATO SUD	74
7.3.1	Verifica del paramento	74
7.3.2	Verifica del plinto	81
7.3.3	Verifica del parapetto	85
7.4	VERIFICA DEI MONTANTI E DELLE PIASTRE DI BASE BARRIERA ML-1	88
7.4.1	Verifica a resistenza delle membrature	88
7.4.2	Verifica a deformazione	89
7.4.3	Verifiche di resistenza al fuoco	90
7.4.4	Verifica a fatica del montante	92
7.4.5	Verifica della piastra di base	93
7.4.5.1	Verifiche sulle saldature profilo-flangia	94
7.4.5.2	Verifiche a flessione piastra	95
7.4.5.3	Verifica a fatica dei tirafondi	97
7.5	VINCOLO ALLO SCORRIMENTO	98
7.5.1	Verifica dei micropali	99
7.5.2	Armatura del cordolo di collegamento dei micropali	102
7.5.3	Calcolo della capacità portante orizzontale	103
8	VERIFICHE DELL'INTERVENTO LATO NORD	109

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	4 di 201

8.1	ANALISI DI STABILITÀ E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.....	109
8.2	OUTPUT DEL SOFTWARE DI CALCOLO.....	109
8.3	VERIFICA DEL MURO LATO NORD.....	190
8.3.1	<i>Verifica del paramento</i>	190
8.3.2	<i>Verifica del plinto</i>	193
8.3.3	<i>Verifica del parapetto</i>	197
9	STIMA DELLE INCIDENZE.....	200

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	5 di 201

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il calcolo e la verifica dei muri di sostegno in corrispondenza della stazione di Bergamo Ospedale. L’opera in esame, denominata FV01, ricade nell’appalto 2 del progetto di raddoppio ferroviario San Pietro – Bergamo – Montello ed è ubicata tra le progressive ferroviarie pk2+826 e pk3+076.

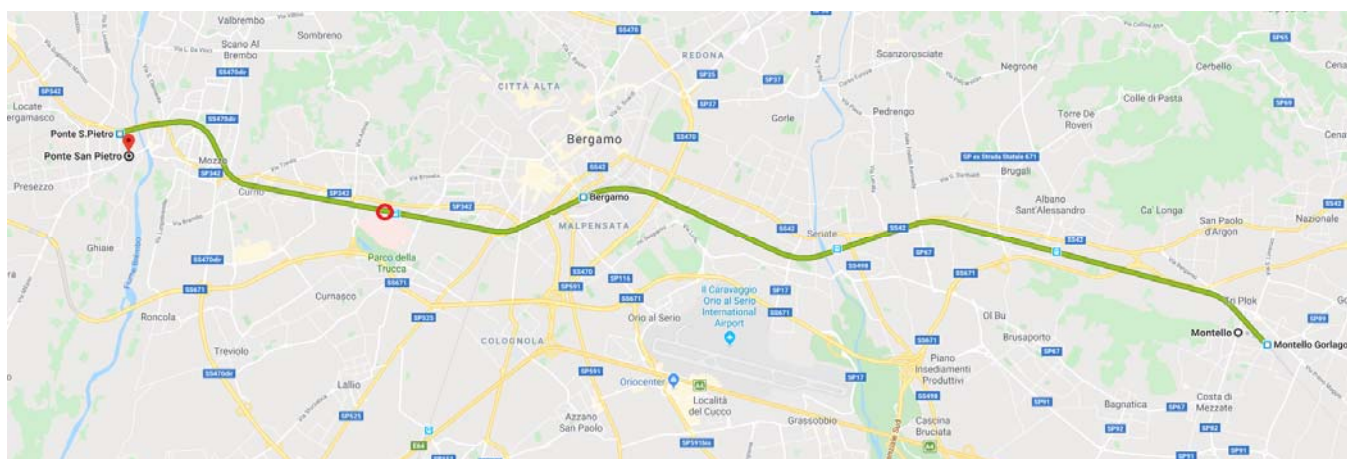


Figura 1-1 – Ubicazione del tracciato e dell’opera in progetto

L’intervento si divide in due parti descritte di seguito.

1.1 Modifica e rinforzo dei muri di sostegno esistenti (lato Sud)

I muri esistenti, che al momento fungono da sostegno della banchina e da parapetto, sono oggetto di una modifica per l’inserimento di una barriera antirumore alla loro sommità. Tale barriera ha un’altezza di 4m dal piano del ferro ed è impostata al di sopra del parapetto, che verrà modificato per ospitarla.

Nell’immagine seguente, tratta dal progetto as-built del muro, si riportano le caratteristiche del muro esistente.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	6 di 201

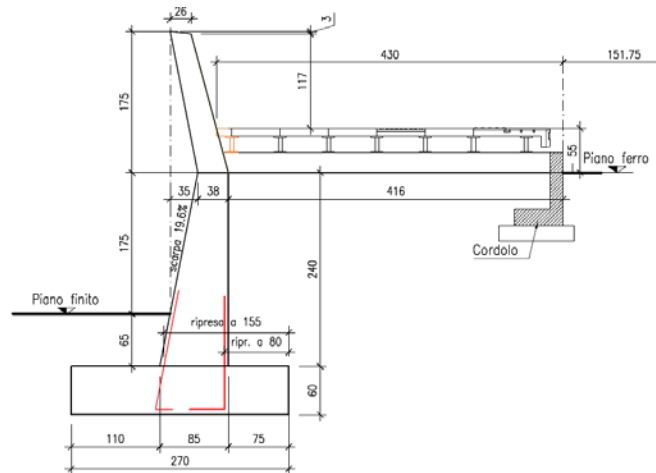


Figura 1-2 – Sezione tipologica del muro esistente

Il muro si estende su tutto il lato sud della stazione, per una lunghezza di circa 230m. Le nuove barriere antirumore interessano circa 190m, l'unico tratto non interessato dalle barriere è quello compreso tra la scalinata e la rampa di accesso alla banchina. Parte del muro esistente è invece soggetta a demolizione per permettere la costruzione del sottopasso di accesso al binario di raddoppio.

L'adeguamento del muro ai nuovi carichi consiste nella demolizione del parapetto inclinato, il quale sarà ricostruito verticale, con spessore pari 38cm, ed inghisato alla parte sottostante, che verrà invece conservata. Inoltre, per migliorare la stabilità a scorrimento del muro, altrimenti non verificata, verranno eseguiti dei micropali di fronte alla fondazione del muro, in modo da impedirne lo spostamento. Essi avranno un interasse di 2m, lunghezza di 5m e saranno collegati tramite un cordolo in c.a. di sezione 50x50cm, semplicemente gettato a contatto con la fondazione esistente e non collegato ad essa.

Per i dettagli dell'intervento si veda l'elaborato NB1R02D44PAFV0300001A.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	7 di 201

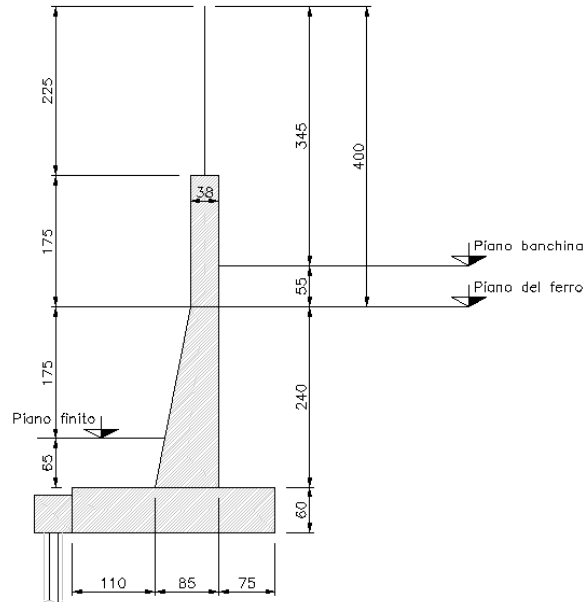


Figura 1-3 – Sezione tipologica del muro con adeguamento

1.2 Realizzazione del nuovo muro (lato Nord)

Con il raddoppio di binario, si rende necessaria anche una seconda banchina sul lato nord della stazione. Il nuovo muro di sostegno ricalca la geometria del muro esistente sul lato sud. Le differenze rispetto a quest'ultimo sono l'assenza della barriera antirumore sopra il parapetto e la maggiore altezza del paramento, in quanto la differenza di quota tra la banchina ed il terreno è maggiore sul lato nord rispetto al lato sud. Per i dettagli dell'intervento si vedano gli elaborati NB1R02D26WBRI0005001A e NB1R02D26BZRI0000001A.

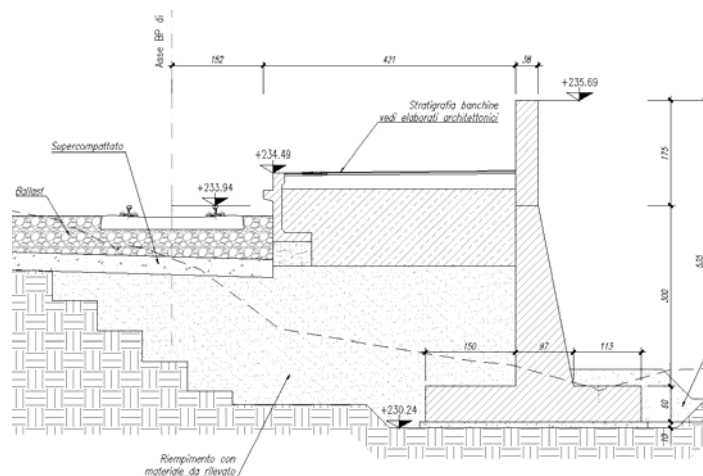


Figura 1-4 – Sezione tipologica del muro lato nord

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa e istruzioni

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

Le Ferrovie dello Stato hanno emanato nel tempo varie normative e linee guida riguardanti sia i sovraccarichi che le prescrizioni relative ai ponti ferroviari.

Le normative rilevanti per la redazione del progetto di ponti ferroviari, in particolare, sono elencate nel seguito.

- *Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC-2018);*
- *Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;*
- *RFI DTC SI PS MA IFS 001 C "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI. PARTE II – SEZIONE 2. PONTI E STRUTTURE"*
- *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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*
- *Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;*
- *Regolamento (UE) N° 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea, rettificato dal Regolamento (UE) 2016/912 del 9 giugno 2016 e modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019*
- *Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019*
- *Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione*

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	9 di 201

europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

- *REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/772 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valutare i progressi compiuti in materia di accessibilità.*
- *REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabiliti nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione.*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle strutture in funzione della utilizzazione sono descritti in seguito.

3.1 Calcestruzzo

Per quanto riguarda la struttura esistente, non sono state effettuate prove specifiche per determinare le caratteristiche dei materiali impiegati, tuttavia, pur disponendo del progetto as-built, è stata assunta conservativamente una classe di calcestruzzo C 25/30 (sia per la fondazione che per il paramento).

Non si sono applicati fattori di conoscenza penalizzanti sui materiali, tuttavia il fattore di sicurezza risultante dalle verifiche a pressoflessione e taglio appare ampiamente soddisfatto.

Sarà onere dell'appaltatore un'eventuale indagine sulle caratteristiche dell'opera.

3.1.1 Muro lato Nord - Classe C32/40

$$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza di calcolo a compressione: } f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 32 \cdot 0,85 / 1,5 = 18,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza di calcolo a trazione: } f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 3,02 \text{ N/mm}^2$$

3.1.2 Micropali - Classe C25/30

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza di calcolo a compressione: } f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 14,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza di calcolo a trazione: } f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,56 \text{ N/mm}^2$$

3.1.3 Cordolo di coronamento micropali - Classe C30/37

$$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 30,7 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 17.4 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2.94 \text{ N/mm}^2$

3.2 Acciaio

3.2.1 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

acciaio	B450C
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$;
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$;
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$;
modulo elastico	$E_s = 206.000 \text{ N/mm}^2$.

Con riferimento al Manuale di Progettazione, la tensione massima, σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente: $\sigma_s < 0,75 f_{yk} = 0,75 \cdot 450 = 337,50 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ tensione massima di esercizio per l'acciaio.

3.2.1 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio S355:

Tensione di snervamento	$f_{yk} \leq 355 \text{ N/mm}^2$;
Tensione di rottura	$f_{tk} \leq 510 \text{ N/mm}^2$;
Modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$;
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$;
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769.23 \text{ N/m}^2$;
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (per T fino a } 100 \text{ } ^\circ\text{C)}$;
Densità	$\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$.

4 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Per l'opera in esame la stratigrafia, estratta dalla relazione geotecnica, è la seguente:

Strato	Profondità media	Profondità media	Descrizione	
	Da [m da p.c.]	A [m da p.c.]		
R	0	2	S(G)	Sabbia fine con ghiaia
Ug1	2	10.5	S(G), S,G	Sabbia ghiaiosa e sabbia con ghiaia
Ug3	10.5	15	A(S), A,S	Argilla sabbiosa e argilla con sabbia
Ug1	15	30	S(G), S,G	Sabbia ghiaiosa e sabbia con ghiaia

Strato	Parametri di resistenza					Parametri di deformabilità					
	γ_n	K_0	ϕ'	c'	c_u	G_0	E_0	E_{op1}	E_{op2}	ν'	k_v (*)
	[kN/m ³]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[m/s]
R	19	0.53	28	0	-	8	20	2	4	0.25	1.00E-06
Ug1	20	0.5	30	0	-	50 - 80	125 - 200	5	10	0.25	1.00E-06
Ug3	19	0.60	24	0	35 - 40	40 - 48	100 - 120	10	15	0.25	1.00E-10
Ug1	20	0.38	35	0	-	120	300	30	40	0.25	1.00E-06

In base alle letture piezometriche effettuate, si assume la falda una profondità media di 8 metri da p.c., quindi non interferente con le opere.

5 CARATTERISTICHE DEL MURO

5.1 Geometria del muro

La sezione di muro su cui è condotto il calcolo, per unità di lunghezza, è descritta nel seguito.

Larghezza fondazione:	2.7m
Spessore fondazione:	0.6m
Lunghezza mensola di valle:	1.1m
Lunghezza mensola di monte:	0.75m
Spessore base muro:	0.85m
Spessore sommità muro:	0.38m
Altezza muro:	2.95m

5.2 Caratteristiche del terreno del rilevato a tergo spalla

Si assumono le seguenti caratteristiche per il terreno a tergo del muro:

Densità di peso del terreno	γ_{terreno}	20	kN/m ³
angolo d'attrito	$\phi_{t, \text{STR}}$	35°	

6 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

6.1 Carichi permanenti strutturali (g1)

Questa categoria di carichi comprende il peso proprio degli elementi strutturali, calcolato considerando un peso specifico del c.a. di 25kN/m³.

6.2 Carichi permanenti non strutturali (g2)

Questa categoria di carichi comprende il peso proprio degli elementi non strutturali, in particolare il peso del terreno sulla mensola di monte della fondazione.

Sono trascurati a favore di sicurezza il peso del terreno sulla mensola di valle ed il peso della barriera antirumore collocata sul parapetto.

6.3 Spinta delle terre e dell'acqua

L'entità della spinta delle terre sulla paratia è determinata fase per fase dal software di calcolo, a partire dal coefficiente di spinta a riposo dello strato 1 (terreno a tergo del muro) e R (terreno di fondazione, strato superficiale R)

$$k_{0,1} = 1 - \text{sen } \varphi = 0.426$$

$$k_{0,R} = 1 - \text{sen } \varphi = 0.53$$

ed in considerazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva, determinati di seguito:

$$k_{a,1} = \tan(45 - \varphi/2)^2 = 0.27$$

$$k_{a,R} = \tan(45 - \varphi/2)^2 = 0.36$$

$$k_{p,1} = \tan(45 + \varphi/2)^2 = 3.69$$

$$k_{p,R} = \tan(45 + \varphi/2)^2 = 2.77$$

6.4 Sovraccarico a tergo del muro

Si considera sulla banchina un sovraccarico accidentale di 5kN/m².

6.5 Azione del vento

Per la determinazione dell'azione dovuta al vento si fa riferimento al DM 17.1.2018 e relativa circolare. In particolare le istruzioni prevedono che la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni e sui loro elementi proceda secondo lo schema seguente:

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	15 di 201

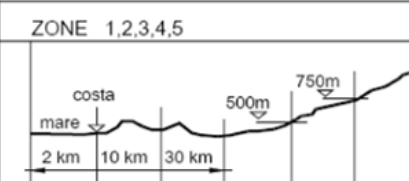
- definite le caratteristiche del sito ove sorge la costruzione, si valuta la velocità di progetto e la pressione cinetica di picco del vento;
- definita la forma, le dimensioni e l'orientamento della costruzione, si valutano le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento sulla costruzione e sui suoi elementi;
- definite le proprietà meccaniche della costruzione e dei suoi elementi si valutano le azioni statiche equivalenti.

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.

Usualmente tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti dirette secondo due assi principali della struttura, tali azioni esercitano normalmente all'elemento di parete o di copertura, pressioni e depressioni p (indicate rispettivamente con segno positivo e negativo) di intensità calcolate con la seguente espressione:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

- q_b = pressione cinetica di riferimento;
- c_e = coefficiente di esposizione;
- c_p = coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico);
- c_d = coefficiente dinamico.

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Definizione della categoria di esposizione

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

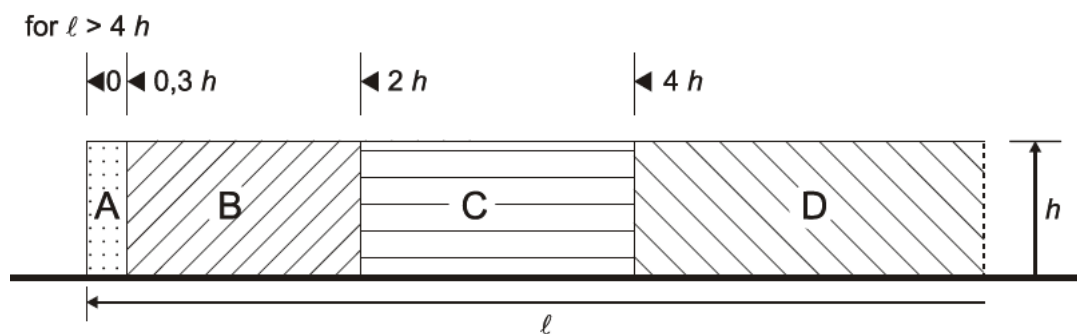
Schema per la definizione della categoria di esposizione – cfr. NTC18

Il valore di c_e può essere ricavato mediante la relazione:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \quad \text{per } z > z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Per la determinazione del coefficiente di forma c_p si fa riferimento a quanto riportato al § 7.4 dell'Eurocodice 1. Secondo il seguente schema e la relativa tabella 7.9 associata si fanno le seguenti considerazioni:



Le barriere antirumore presentano una superficie solida continua senza aperture, ad eccezione degli accessi situati ogni 250 m, si considera quindi un coefficiente di solidità unitario. La una superficie è priva di angoli e con rapporto elevato di l/h , essendo $h=3.45m$ l'altezza della superficie esposta al vento.

prospetto 7.9 Valori raccomandati dei coefficienti di pressione $c_{p,net}$ per pareti libere e parapetti

Solidità	Zona	A	B	C	D	
$\varphi = 1$	Senza angoli di ritorno	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Con angoli di ritorno di lunghezza $\geq h^a$	2,1	1,8	1,4	1,2	
$\varphi = 0,8$		1,2	1,2	1,2	1,2	


a) Per angoli di ritorno aventi lunghezza compresa tra 0,0 e h si può impiegare l'interpolazione lineare.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	17 di 201

Secondo la tabella 7.9, per le zone di estremità riconducibili alle aree A e B, il coefficiente di forma risulta pari a 3.4 dalla fine della barriera a $0.3 \cdot h = 1.04\text{m}$, e 2.1 da 1.04m a $2 \cdot h = 6.9\text{m}$ dalla fine della barriera. Considerando che il muro di sostegno prosegue anche oltre l'interruzione della barriera e del parapetto, tali valori di coefficiente di forma sono utilizzati unicamente per il dimensionamento delle armature e inghisaggi del parapetto stesso, mentre per le verifiche di stabilità e di resistenza del muro, risulta comunque a favore di sicurezza utilizzare il coefficiente relativo alla zona C, pari a 1.7

Vento				
Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s				
Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32



regione	Lombardia		
zona	1		
velocità caratteristica del sito	$v_{b,0}$	25.00	m/s
quota di riferimento sul medio mare	a_0	1000.00	m
coefficiente correttivo della velocità	K_s	0.400	-
quota del sito sul medio mare	a_s	249.00	m
Coefficiente di altitudine	c_a	1.00	
periodo di ritorno	T_R	50.00	anni
coefficiente di ritorno	c_R	1.0	-
velocità caratteristica a 10 m dal suolo ($T_R=50$)	v_b	25.0	
velocità caratteristica a 10 m dal suolo	$v_r [T_R]$	25.0	m/s
densità dell'aria	ρ	1.25	kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	q_b	391.20	N/m ²

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	18 di 201

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

descrizione della superficie

Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri e recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibili alle classi A, B e D

classe di rugosità del terreno

C

Distanza dalla costa (-)

150

Classe di esposizione

III

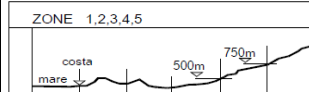
Altezza sul suolo del punto considerato

z

8.00

m

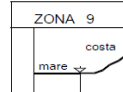
ZONE 1,2,3,4,5



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

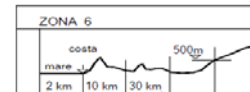
* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5
** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1

ZONA 9



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

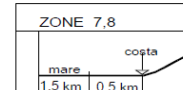
ZONA 6



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

3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

ZONE 7,8



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

* Categoria II in zona 8
Categoria III in zona 7

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	19 di 201

Parametri	k_R	0.2	-
	z_0	0.10	m
	z_{min}	5	m
coefficiente di topografia	C_t	1	-
coefficiente di esposizione	$C_e(z_{min})$	1.71	-
coefficiente di esposizione	$C_e(z)$	2.00	-
coefficiente dinamico	C_d	1	-
coefficiente di pressione zona A	C_p	3.4	-
pressione del vento sulla superficie investita	$p(z_{min})$	2.27	kN/m²
	$p(z)$	2.65	kN/m²
coefficiente di pressione zona B	C_p	2.1	-
pressione del vento sulla superficie investita	$p(z_{min})$	1.40	kN/m²
	$p(z)$	1.64	kN/m²
coefficiente di pressione zona C	C_p	1.7	-
pressione del vento sulla superficie investita	$p(z_{min})$	1.14	kN/m²
	$p(z)$	1.33	kN/m²

6.5.1 Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario

Si considerano inoltre gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari secondo quanto contenuto nel D.M.2018 paragrafo 5.2.2.7 e quanto previsto nella “Specifiche per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” (RFI DTC INC PO SP IFS 001 A). Si fa riferimento al caso di superfici multiple a fianco del binario sia verticali che orizzontali o inclinate (§5.2.2.7.4 NTC2018).

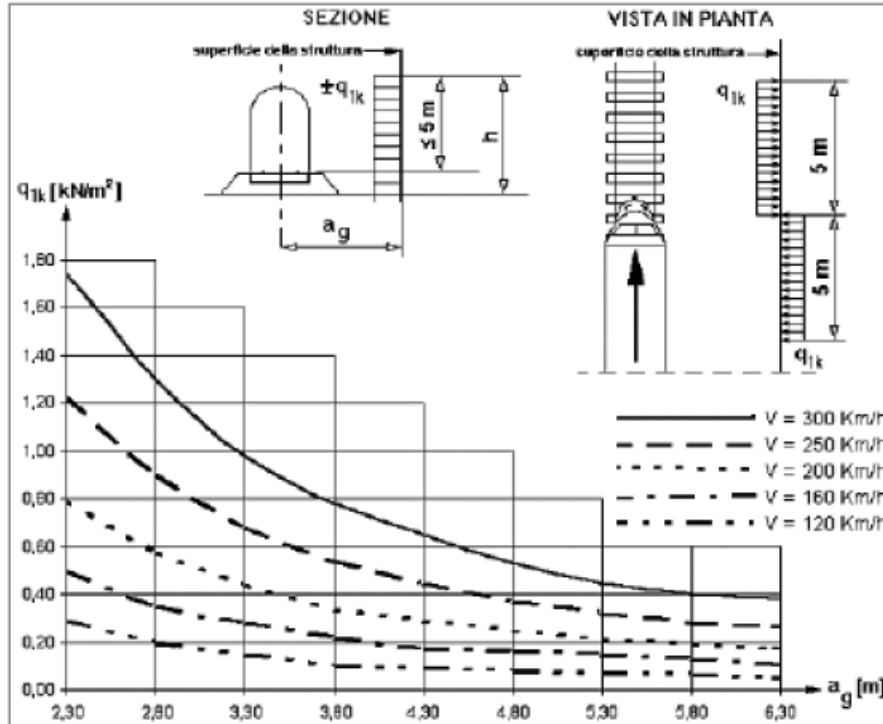
Si considerano le seguenti condizioni di base:

- velocità massima del convoglio ferroviario: $V_{max}=160$ km/h
- distanza dall’asse del binario più vicino per tipologia “RFI”: $a_g=5.80$ m circa

A tale valore di a_g corrisponde il valore dell’azione q_{1k} prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nelle norme e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli, a favore di sicurezza:

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	20 di 201



Per la velocità della linea in oggetto ($V = 160 \text{ km/h}$), si assume a favore di sicurezza $q_{1k} = 0,16 \text{ kN/m}^2$.

Tale azione deve essere cumulata con l'azione del vento in direzione perpendicolare all'asse del binario, tenendo conto che il D.M.2018 al paragrafo 5.2.3.3.2 afferma che in ogni caso l'azione risultante dalla somma dell'azione del vento con le azioni aerodinamiche deve essere maggiore di un valore minimo, funzione della velocità della linea e comunque di $1,5 \text{ kN/m}^2$ sia nelle verifiche agli SLE (combinazione caratteristica), che nella verifica agli SLU con $\gamma_Q = 1,00$ e $\gamma_{Q_i} = 1,00$. Secondo il documento RFI DTC INC PO SP IFS 001 A, il valore minimo della combinazione del vento e dell'azione aerodinamica si assume pari a $1,5 \text{ kN/m}^2$ per linee percorse a velocità $V \leq 200 \text{ km/h}$.

Pertanto si calcola:

$$\text{Per la zona A} \quad p_{A,RFI} = p_{(z)} + q_{1k} = 2.65 + 0.16 = 2.81 \text{ kN/m}^2 > 1.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Per la zona B} \quad p_{B,RFI} = p_{(z)} + q_{1k} = 1.64 + 0.16 = 1.80 \text{ kN/m}^2 > 1.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Per la zona C} \quad p_{C,RFI} = p_{(z)} + q_{1k} = 1.33 + 0.16 = 1.49 \text{ kN/m}^2 < 1.5 \text{ kN/m}^2$$

Pertanto, per la zona C, e quindi per le verifiche globali del muro, si assume il valore combinato di vento e sovrappressione pari a 1.5 kN/m^2 .

La forza ed il momento agenti al livello della pavimentazione di banchina, sono quindi:

$$\text{Per la zona A} \quad F_A = p_{A,RFI} \cdot h = 9.7 \text{ kN/m}$$

$$M_A = F_A \cdot h/2 = 16.7 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Per la zona B} \quad F_B = p_{B,RFI} \cdot h = 6.2 \text{ kN/m}$$

$$M_B = F_B \cdot h/2 = 10.7 \text{ kNm/m}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

Per la zona C $F_C = p_{C,RFI} \cdot h = 5.2\text{kN/m}$

$M_C = F_C \cdot h/2 = 8.9\text{kNm/m}$

6.6 Azione Sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 del D.M. 2018, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4 del D.M. 2018.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;


T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Gli spettri di risposta di progetto sono stati definiti per tutti gli stati limite considerati, e, note la latitudine e la longitudine del sito, si sono ricavati i valori dei parametri necessari alla definizione dell’azione sismica e quindi del relativo spettro di risposta. Più avanti sono indicati i valori di a_g , F_o e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

6.6.1 Vita nominale

La vita nominale di un’opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Per l’opera in esame viene assunta una vita nominale $V_N = 50$.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

6.6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La classe d'uso dell'opera può essere assunta pari alla II, tuttavia, nel presente progetto si considera a favore di sicurezza una **classe d'uso tipo III** con coefficiente d'uso $C_U=1,5$.

6.6.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

6.6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

	STATO LIMITE	P _{VR} : probabilità di superamento nel periodo di riferimento
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{Cu \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})} \text{ da cui si ottiene la seguente tabella:}$$

Stati limite		Valori in anni del periodo di ritorno T _R al variare del periodo di riferimento V _R (anni)
SLE	SLO	45
	SLD	75
SLU	SLV	712
	SLC	1462

Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati, il periodo T_R in corrispondenza dello stato limite ultimo SLV è pari a T_R = 712 anni.

6.6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

6.6.5.1 Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2018.

I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di **Categoria C**.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

6.6.5.2 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Classificazione topografie superfici

Le categorie topografiche appena definite si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

6.6.5.3 Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_s \cdot S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle che sono riportate di seguito:

Categoria sottosuolo	S_s	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella delle espressioni per S_s e C_C

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	25 di 201

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera dell'intervento	S _T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 1: Tabella valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T

Il valore del coefficiente di amplificazione topografica è posto pari a $S_T = 1$

I valori dei coefficienti di amplificazione stratigrafica sono pari a $S_S = 1,50$ e $C_C = 1,571$

6.6.6 Parametri sismici di calcolo

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Individuazione della pericolosità del sito (Fase 1)

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	26 di 201

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{VR} = 81\%$ info
- SLD - $P_{VR} = 63\%$ info

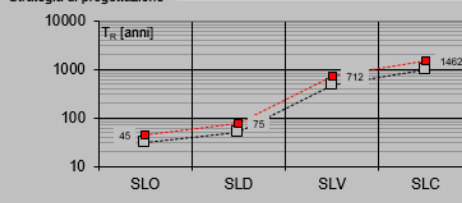
Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$ info
- SLC - $P_{VR} = 5\%$ info

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- .-.- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

Scelta della strategia di progettazione (Fase 2)

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info $S_B = 1.500$ $C_C = 1.610$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza **si** info

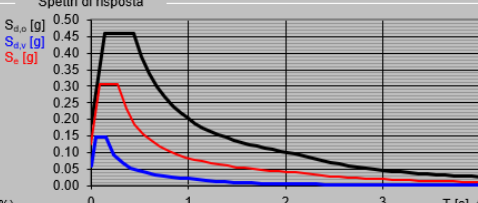
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Determinazione dell'azione di progetto (Fase 3)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

7 VERIFICHE DELL'INTERVENTO LATO SUD

7.1 Analisi di stabilità e calcolo delle sollecitazioni

L'analisi è effettuata tramite il codice di calcolo Max 14.00, prodotto da Aztec informatica. Nel seguito si riportano l'input e l'output del software in termini di teoria e metodi utilizzati, di coefficienti e combinazioni di carico adottate ed i risultati in termini di sollecitazioni e verifiche di stabilità.

7.2 Output del software di calcolo

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	28 di 201

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .
 In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	29 di 201

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .
 Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c,i} + q N_q d_{q,i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma,i}$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	30 di 201

$$K_p = \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_r = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_r = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_r = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\phi \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \text{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\text{tg} \phi_i \text{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	31 di 201

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed U_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	32 di 201

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	R1	Coefficienti parziali	
		R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	33 di 201

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	34 di 201

Geometria muro e fondazioneDescrizione

	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.95 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.85 [m]
Inclinazione paramento esterno	10.60 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	1.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.75 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
 APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
 LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	35 di 201

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	Rck 250
Resistenza caratteristica a compressione R _{ck}	250.0 [kg/cmq]
Modulo elastico E	306658.85 [kg/cmq]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ _{fa}	4588.0 [kg/cmq]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

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

N	X	Y	A
1	5.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ _s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ _s	φ	δ	c	c _a
Terreno 1	20.00	20.00	35.00	23.33	0.000	0.000
Terreno 2	19.00	19.00	28.00	18.67	0.000	0.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	36 di 201

Terreno

Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.95	0.00	2.27	0.00	Terreno 1
2	1.00	0.00	1.69	0.00	Terreno 2



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	37 di 201

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Vento su barriera)

C	Paramento	$X=-0.13$	$Y=0.00$	$F_x=5.2000$	$F_y=0.0000$	$M=10.7000$
---	-----------	-----------	----------	--------------	--------------	-------------

Condizione n° 2 (Carico banchina)

D	Profilo	$X_i=0.10$	$X_f=5.00$	$Q_i=4.9034$	$Q_f=4.9034$
---	---------	------------	------------	--------------	--------------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	38 di 201

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
 γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

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

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	1.10	1.00	1.10

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

Combinazione n° 4 - 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
Vento su barriera	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carico banchina	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 5 - 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	1.10	1.00	1.10
Vento su barriera	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carico banchina	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 6 - 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
Vento su barriera	SFAV	1.30	1.00	1.30
Carico banchina	SFAV	1.30	0.75	0.98

Combinazione n° 7 - 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
Vento su barriera	SFAV	1.50	0.60	0.90
Carico banchina	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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	1.10	1.00	1.10
Vento su barriera	SFAV	1.50	0.60	0.90

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	39 di 201

Carico banchina	SFAV	1.50	1.00	1.50
<u>Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)</u>				
	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
Vento su barriera	SFAV	1.30	0.60	0.78
Carico banchina	SFAV	1.30	1.00	1.30
<u>Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	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
<u>Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	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
<u>Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	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
<u>Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	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
<u>Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	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
<u>Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	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
<u>Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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
Vento su barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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
Vento su barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 18 - Frequente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	40 di 201

Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento su barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - 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
Vento su barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - 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
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento su barriera	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali **Molto aggressive**

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

E.C. 2

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

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

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

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_{γ} per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_{γ} per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

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

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	41 di 201

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{rib}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{GLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{rib}	CS_{GLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1.18	--	2.73	--
2	EQU - [1]	--	--	6.94	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.32
4	A1-M1 - [2]	--	0.94	--	2.25	--
5	EQU - [2]	--	--	3.09	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.26
7	A1-M1 - [3]	--	0.98	--	2.46	--
8	EQU - [3]	--	--	3.76	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.25
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.03	--	2.65	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.05	--	2.54	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.41	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.94	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.45
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.44
16	SLEQ - [1]	--	1.19	--	3.17	--
17	SLEF - [1]	--	1.19	--	3.17	--
18	SLEF - [1]	--	1.19	--	3.17	--
19	SLER - [1]	--	1.19	--	3.17	--
20	SLER - [1]	--	1.19	--	3.17	--



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	42 di 201

Analisi della spinta e verifiche

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.25 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 7.26$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 3.63$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0.0
 Lunghezza del muro 1.00 [m]

Peso muro 81.4102 [kN]
 Baricentro del muro X=-0.45 Y=-2.46

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.75	Y = -3.55
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.75	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	3.55	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	43.7851	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	40.6514	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	16.2664	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	43 di 201

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	44.2500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	40.6514	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	141.9266	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	141.9266	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40.6514	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	147.6337	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-32.6305	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	386.9090	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.2622	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.8090	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.18$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 18.74$	$N'_q = 10.32$	$N'_\gamma = 2.14$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.73

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	44 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.1342	-0.0047	0.0635
3	0.30	2.3671	-0.0072	0.2539
4	0.44	3.6987	0.0098	0.5713
5	0.59	5.1290	0.0637	1.0156
6	0.74	6.6579	0.1718	1.5868
7	0.89	8.2855	0.3513	2.2850
8	1.03	10.0118	0.6197	3.1102
9	1.18	11.8368	0.9943	4.0623
10	1.33	13.7605	1.4924	5.1413
11	1.48	15.7828	2.1313	6.3473
12	1.62	17.9039	2.9284	7.6803
13	1.77	20.1236	3.9010	9.1401
14	1.92	22.4420	5.0665	10.7270
15	2.07	24.8591	6.4421	12.4407
16	2.21	27.3748	8.0452	14.2815
17	2.36	29.9893	9.8931	16.2491
18	2.51	32.7024	12.0032	18.3438
19	2.66	35.5142	14.3927	20.5653
20	2.80	38.4247	17.0791	22.9138
21	2.95	41.4338	20.0789	25.3690

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.0710	1.3300
3	0.22	0.3014	2.9002
4	0.33	0.7178	4.7106
5	0.44	1.3466	6.7611
6	0.55	2.2141	9.0518
7	0.66	3.3468	11.5826
8	0.77	4.7710	14.3536
9	0.88	6.5134	17.3648
10	0.99	8.6001	20.6161
11	1.10	11.0577	24.1075

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	45 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0353	-0.9611
3	0.15	-0.1470	-2.0338
4	0.22	-0.3432	-3.2182
5	0.30	-0.6325	-4.5142
6	0.38	-1.0231	-5.9218
7	0.45	-1.5235	-7.4411
8	0.53	-2.1421	-9.0721
9	0.60	-2.8871	-10.8147
10	0.68	-3.7671	-12.6689
11	0.75	-4.7903	-14.6348

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	37.0489	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	34.3974	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	13.7638	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	44.2500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	34.3974	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	139.4241	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	37.7877	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	262.2751	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	139.4241	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	34.3974	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	143.6045	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-36.1200	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.94
--	------



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	46 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

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]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36
 Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.39 Y[m]= 0.56

Raggio del cerchio R[m]= 4.63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.42

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.22

Larghezza della striscia dx[m]= 0.31

Coefficiente di sicurezza C= 1.32

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	3.5511	75.27	3.4345	0.0118	29.26	0.00	0.00	---	---
2	9.0085	63.91	8.0908	0.0068	29.26	0.00	0.00	---	---
3	12.3093	56.21	10.2298	0.0054	29.26	0.00	0.00	---	---
4	14.8112	49.87	11.3246	0.0046	29.26	0.00	0.00	---	---
5	16.8290	44.29	11.7523	0.0042	29.26	0.00	0.00	---	---
6	18.4759	39.21	11.6799	0.0039	24.21	0.00	0.00	---	---
7	19.8095	34.48	11.2131	0.0036	23.04	0.00	0.00	---	---
8	20.9301	30.00	10.4642	0.0035	23.04	0.00	0.00	---	---
9	22.6699	25.71	9.8361	0.0033	23.04	0.00	0.00	---	---
10	23.5136	21.58	8.6489	0.0032	23.04	0.00	0.00	---	---
11	26.1817	17.56	7.9009	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
12	27.4598	13.63	6.4730	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
13	17.1638	9.77	2.9125	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
14	7.9881	5.95	0.8279	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
15	7.4990	2.16	0.2820	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
16	7.5071	-1.63	-0.2134	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
17	7.3119	-5.42	-0.6907	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
18	6.1582	-9.24	-0.9884	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
19	5.8078	-13.09	-1.3157	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
20	5.3302	-17.01	-1.5596	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
21	4.7183	-21.02	-1.6922	0.0032	23.04	0.00	0.00	---	---
22	3.9617	-25.13	-1.6825	0.0033	23.04	0.00	0.00	---	---
23	3.0464	-29.39	-1.4951	0.0034	23.04	0.00	0.00	---	---
24	1.9525	-33.84	-1.0873	0.0036	23.04	0.00	0.00	---	---
25	0.6519	-38.53	-0.4061	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---

$\Sigma W_i = 294.6464$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 103.9397$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 133.3971$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.40$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	47 di 201

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	48.8206	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	45.3049	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	18.1912	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.39	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.88	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	47.8356	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X 7.80 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	53.1049	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	147.4371	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	147.4371	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	53.1049	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	156.7093	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.81	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12.8838	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	331.9228	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.6644	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.4484	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.09$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.86$	$N'_q = 9.28$	$N'_\gamma = 0.99$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.25

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	48 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	16.0500	7.8000
2	0.15	1.1342	17.1980	7.9090
3	0.30	2.3671	18.3619	8.2360
4	0.44	3.6987	19.5688	8.7241
5	0.59	5.1290	20.8382	9.3461
6	0.74	6.6579	22.1883	10.0974
7	0.89	8.2855	23.6365	10.9767
8	1.03	10.0118	25.2003	11.9834
9	1.18	11.8368	26.8971	13.1175
10	1.33	13.7605	28.7443	14.3786
11	1.48	15.7828	30.7592	15.7668
12	1.62	17.9039	32.9591	17.2821
13	1.77	20.1236	35.3614	18.9244
14	1.92	22.4420	37.9835	20.6936
15	2.07	24.8591	40.8426	22.5899
16	2.21	27.3748	43.9562	24.6131
17	2.36	29.9893	47.3414	26.7632
18	2.51	32.7024	51.0158	29.0404
19	2.66	35.5142	54.9966	31.4445
20	2.80	38.4247	59.3011	33.9755
21	2.95	41.4338	63.9459	36.6132

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.3034	5.5012
3	0.22	1.2068	10.9075
4	0.33	2.6996	16.2191
5	0.44	4.7715	21.4358
6	0.55	7.4120	26.5577
7	0.66	10.6107	31.5848
8	0.77	14.3572	36.5170
9	0.88	18.6410	41.3544
10	0.99	23.4517	46.0970
11	1.10	28.7789	50.7448

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	49 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.1484	-3.9492
3	0.15	-0.5913	-7.8543
4	0.22	-1.3254	-11.7154
5	0.30	-2.3475	-15.5323
6	0.38	-3.6542	-19.3052
7	0.45	-5.2422	-23.0340
8	0.53	-7.1082	-26.7187
9	0.60	-9.2489	-30.3593
10	0.68	-11.6592	-33.8180
11	0.75	-14.3136	-36.9567

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	42.0845	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	39.0508	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	15.6887	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.38	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	47.8356	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	7.80	[kN]		
Risultanti				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46.8508	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	144.9346	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	89.4023	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	275.8202	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	144.9346	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46.8508	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.06	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	152.3188	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.91	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9.3943	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.09
--	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	50 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]
 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 [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.39 Y[m]= 0.56

Raggio del cerchio R[m]= 4.63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.42

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.22

Larghezza della striscia dx[m]= 0.31

Coefficiente di sicurezza C= 1.26

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	5.0116	75.27	4.8470	0.0118	29.26	0.00	0.00	---	---
2	10.4690	63.91	9.4025	0.0068	29.26	0.00	0.00	---	---
3	13.7699	56.21	11.4436	0.0054	29.26	0.00	0.00	---	---
4	16.2717	49.87	12.4414	0.0046	29.26	0.00	0.00	---	---
5	18.2895	44.29	12.7723	0.0042	29.26	0.00	0.00	---	---
6	19.9365	39.21	12.6032	0.0039	24.21	0.00	0.00	---	---
7	21.2700	34.48	12.0399	0.0036	23.04	0.00	0.00	---	---
8	22.3907	30.00	11.1944	0.0035	23.04	0.00	0.00	---	---
9	24.1305	25.71	10.4698	0.0033	23.04	0.00	0.00	---	---
10	24.9742	21.58	9.1861	0.0032	23.04	0.00	0.00	---	---
11	26.4710	17.56	7.9882	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
12	27.4598	13.63	6.4730	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
13	17.1638	9.77	2.9125	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
14	7.9881	5.95	0.8279	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
15	7.4990	2.16	0.2820	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
16	7.5071	-1.63	-0.2134	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
17	7.3119	-5.42	-0.6907	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
18	6.1582	-9.24	-0.9884	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
19	5.8078	-13.09	-1.3157	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
20	5.3302	-17.01	-1.5596	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
21	4.7183	-21.02	-1.6922	0.0032	23.04	0.00	0.00	---	---
22	3.9617	-25.13	-1.6825	0.0033	23.04	0.00	0.00	---	---
23	3.0464	-29.39	-1.4951	0.0034	23.04	0.00	0.00	---	---
24	1.9525	-33.84	-1.0873	0.0036	23.04	0.00	0.00	---	---
25	0.6519	-38.53	-0.4061	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---

$\Sigma W_i = 309.5411$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 113.7531$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 140.7526$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.40$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	51 di 201

COMBINAZIONE n° 7

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	50.4992	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	46.8560	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	18.8328	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.37	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.90	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	49.0308	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X 4.68 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	51.5360	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	149.2739	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	149.2739	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	51.5360	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	157.9198	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4.0207	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	367.0479	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.5296	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.5970	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.22$	$N'_q = 9.49$	$N'_\gamma = 1.19$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.98
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.46

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	52 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	9.6300	4.6800
2	0.15	1.1342	10.3187	4.8054
3	0.30	2.3671	11.0278	5.1778
4	0.44	3.6987	11.7877	5.7220
5	0.59	5.1290	12.6187	6.4027
6	0.74	6.6579	13.5390	7.2136
7	0.89	8.2855	14.5662	8.1530
8	1.03	10.0118	15.7180	9.2201
9	1.18	11.8368	17.0117	10.4145
10	1.33	13.7605	18.4646	11.7363
11	1.48	15.7828	20.0942	13.1852
12	1.62	17.9039	21.9178	14.7611
13	1.77	20.1236	23.9528	16.4641
14	1.92	22.4420	26.2164	18.2941
15	2.07	24.8591	28.7261	20.2512
16	2.21	27.3748	31.4992	22.3352
17	2.36	29.9893	34.5530	24.5461
18	2.51	32.7024	37.9048	26.8841
19	2.66	35.5142	41.5720	29.3490
20	2.80	38.4247	45.5720	31.9409
21	2.95	41.4338	49.9211	34.6394

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.2258	4.1101
3	0.22	0.9053	8.2497
4	0.33	2.0418	12.4190
5	0.44	3.6386	16.6178
6	0.55	5.6988	20.8463
7	0.66	8.2258	25.1043
8	0.77	11.2228	29.3919
9	0.88	14.6931	33.7091
10	0.99	18.6399	38.0560
11	1.10	23.0665	42.4324

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	53 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.1133	-3.0232
3	0.15	-0.4538	-6.0601
4	0.22	-1.0226	-9.1107
5	0.30	-1.8208	-12.1752
6	0.38	-2.8493	-15.2533
7	0.45	-4.1091	-18.3453
8	0.53	-5.6014	-21.4510
9	0.60	-7.3271	-24.5704
10	0.68	-9.2850	-27.5198
11	0.75	-11.4462	-30.1151

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	43.7630	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	40.6020	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	16.3303	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.36	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.91	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	49.0308	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4.68	[kN]
Risultanti		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	45.2820	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	146.7714	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	74.5312	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	280.3353	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	146.7714	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	45.2820	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	153.5978	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-7.5102	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.76
--	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	54 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

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]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.39 Y[m]= 0.56

Raggio del cerchio R[m]= 4.63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.42

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.22

Larghezza della striscia dx[m]= 0.31

Coefficiente di sicurezza C= 1.25

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	5.4985	75.27	5.3179	0.0118	29.26	0.00	0.00	---	---
2	10.9559	63.91	9.8398	0.0068	29.26	0.00	0.00	---	---
3	14.2567	56.21	11.8482	0.0054	29.26	0.00	0.00	---	---
4	16.7586	49.87	12.8136	0.0046	29.26	0.00	0.00	---	---
5	18.7764	44.29	13.1123	0.0042	29.26	0.00	0.00	---	---
6	20.4233	39.21	12.9110	0.0039	24.21	0.00	0.00	---	---
7	21.7569	34.48	12.3154	0.0036	23.04	0.00	0.00	---	---
8	22.8775	30.00	11.4378	0.0035	23.04	0.00	0.00	---	---
9	24.6173	25.71	10.6811	0.0033	23.04	0.00	0.00	---	---
10	25.4610	21.58	9.3652	0.0032	23.04	0.00	0.00	---	---
11	26.5674	17.56	8.0173	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
12	27.4598	13.63	6.4730	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
13	17.1638	9.77	2.9125	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
14	7.9881	5.95	0.8279	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
15	7.4990	2.16	0.2820	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
16	7.5071	-1.63	-0.2134	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
17	7.3119	-5.42	-0.6907	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
18	6.1582	-9.24	-0.9884	0.0030	23.04	0.00	0.00	---	---
19	5.8078	-13.09	-1.3157	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
20	5.3302	-17.01	-1.5596	0.0031	23.04	0.00	0.00	---	---
21	4.7183	-21.02	-1.6922	0.0032	23.04	0.00	0.00	---	---
22	3.9617	-25.13	-1.6825	0.0033	23.04	0.00	0.00	---	---
23	3.0464	-29.39	-1.4951	0.0034	23.04	0.00	0.00	---	---
24	1.9525	-33.84	-1.0873	0.0036	23.04	0.00	0.00	---	---
25	0.6519	-38.53	-0.4061	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---

 $\Sigma W_i = 314.5061$ [kN]

 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 117.0242$ [kN]

 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 143.2044$ [kN]

 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.40$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	55 di 201

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	33.6808	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	31.2703	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	12.5126	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Incremento sismico della spinta	4.5125	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.75	[m]	Y = -1.78	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	44.2500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]
Inerzia del muro	5.9128	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.9564	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2139	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.6069	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	44.5866	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	135.2859	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	135.2859	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	44.5866	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	142.4438	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.24	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-17.6134	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	358.4514	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.3629	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.6581	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.12$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$

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

$N'_c = 17.62$	$N'_q = 9.70$	$N'_\gamma = 1.41$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.65



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	56 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.1342	0.0108	0.2696
3	0.30	2.3671	0.0525	0.6439
4	0.44	3.6987	0.1393	1.1231
5	0.59	5.1290	0.2851	1.7071
6	0.74	6.6579	0.5041	2.3960
7	0.89	8.2855	0.8104	3.1896
8	1.03	10.0118	1.2179	4.0881
9	1.18	11.8368	1.7407	5.0914
10	1.33	13.7605	2.3930	6.1995
11	1.48	15.7828	3.1888	7.4124
12	1.62	17.9039	4.1422	8.7301
13	1.77	20.1236	5.2671	10.1527
14	1.92	22.4420	6.5778	11.6801
15	2.07	24.8591	8.0882	13.3123
16	2.21	27.3748	9.8125	15.0493
17	2.36	29.9893	11.7647	16.8911
18	2.51	32.7024	13.9588	18.8377
19	2.66	35.5142	16.4090	20.8892
20	2.80	38.4247	19.1292	23.0455
21	2.95	41.4338	22.1330	25.2910

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1287	2.3619
3	0.22	0.5244	4.8535
4	0.33	1.2012	7.4747
5	0.44	2.1736	10.2255
6	0.55	3.4556	13.1060
7	0.66	5.0616	16.1160
8	0.77	7.0059	19.2558
9	0.88	9.3026	22.5251
10	0.99	11.9662	25.9241
11	1.10	15.0107	29.4527

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	57 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0265	-0.7178
3	0.15	-0.1092	-1.4958
4	0.22	-0.2524	-2.3341
5	0.30	-0.4608	-3.2327
6	0.38	-0.7388	-4.1915
7	0.45	-1.0910	-5.2106
8	0.53	-1.5219	-6.2899
9	0.60	-2.0360	-7.4295
10	0.68	-2.6378	-8.6294
11	0.75	-3.3319	-9.8895

COMBINAZIONE n° 11

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	33.6808	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	31.2703	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	12.5126	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Incremento sismico della spinta	6.9221	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.75	[m]	Y = -1.78	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.23	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	44.2500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]
Inerzia del muro	5.9128	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.9564	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2139	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.6069	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46.8237	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	145.3078	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	145.3078	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46.8237	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	152.6657	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18.8851	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	368.4000	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.3901	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.7066	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.13$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$

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

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	58 di 201

$$N'_c = 17.80$$

$$N'_q = 9.81$$

$$N'_\gamma = 1.52$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZACoefficiente di sicurezza a scorrimento
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.05

2.54

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	59 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.1342	0.0159	0.3394
3	0.30	2.3671	0.0731	0.7835
4	0.44	3.6987	0.1856	1.3325
5	0.59	5.1290	0.3675	1.9863
6	0.74	6.6579	0.6328	2.7450
7	0.89	8.2855	0.9957	3.6084
8	1.03	10.0118	1.4701	4.5767
9	1.18	11.8368	2.0702	5.6498
10	1.33	13.7605	2.8100	6.8277
11	1.48	15.7828	3.7036	8.1104
12	1.62	17.9039	4.7651	9.4980
13	1.77	20.1236	6.0085	10.9903
14	1.92	22.4420	7.4478	12.5875
15	2.07	24.8591	9.0972	14.2895
16	2.21	27.3748	10.9708	16.0963
17	2.36	29.9893	13.0826	18.0079
18	2.51	32.7024	15.4466	20.0244
19	2.66	35.5142	18.0769	22.1457
20	2.80	38.4247	20.9876	24.3718
21	2.95	41.4338	24.1922	26.6870

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1450	2.6596
3	0.22	0.5902	5.4583
4	0.33	1.3509	8.3959
5	0.44	2.4424	11.4725
6	0.55	3.8800	14.6881
7	0.66	5.6789	18.0427
8	0.77	7.8545	21.5363
9	0.88	10.4220	25.1689
10	0.99	13.3967	28.9405
11	1.10	16.7940	32.8510

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 11

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	60 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0132	-0.3634
3	0.15	-0.0561	-0.7914
4	0.22	-0.1335	-1.2840
5	0.30	-0.2503	-1.8413
6	0.38	-0.4114	-2.4631
7	0.45	-0.6214	-3.1496
8	0.53	-0.8854	-3.9007
9	0.60	-1.2081	-4.7164
10	0.68	-1.5945	-5.5967
11	0.75	-2.0493	-6.5416

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	33.6808	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	31.2703	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	12.5126	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.1933	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.75	[m]	Y = -1.78	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48.73	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	44.2500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]
Inerzia del muro	8.8692	[kNm]		
Inerzia verticale del muro	-4.4346	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4.8208	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2.4104	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	51.6388	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	134.0001	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	78.0715	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	266.1150	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	134.0001	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	51.6388	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	143.6057	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.07	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-7.0040	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.41
--	------

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	33.6808	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	31.2703	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	12.5126	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.75	[m]	Y = -2.45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	61 di 201

Incremento sismico della spinta	10.7303	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.75	[m]	Y = -1.78	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49.42	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	44.2500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.37	[m]	Y = -1.48	[m]
Inerzia del muro	8.8692	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4.4346	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4.8208	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2.4104	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	54.9227	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	149.0042	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	71.6164	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	281.9265	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	149.0042	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	54.9227	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	158.8042	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-8.9996	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.94

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	62 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 14

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]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.39 Y[m]= 0.83

Raggio del cerchio R[m]= 4.88

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.48

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.42

Larghezza della striscia dx[m]= 0.32

Coefficiente di sicurezza C= 1.45

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	3.3418	73.35	3.2016	0.0108	35.00	0.00	0.00	---	---
2	8.6527	63.09	7.7158	0.0069	35.00	0.00	0.00	---	---
3	12.0863	55.69	9.9830	0.0055	35.00	0.00	0.00	---	---
4	14.7221	49.53	11.1995	0.0048	35.00	0.00	0.00	---	---
5	16.8613	44.08	11.7298	0.0043	35.00	0.00	0.00	---	---
6	18.6315	39.10	11.7505	0.0040	31.55	0.00	0.00	---	---
7	20.0649	34.45	11.3515	0.0038	28.00	0.00	0.00	---	---
8	21.2657	30.05	10.6505	0.0036	28.00	0.00	0.00	---	---
9	22.7581	25.84	9.9210	0.0034	28.00	0.00	0.00	---	---
10	24.0093	21.78	8.9087	0.0033	28.00	0.00	0.00	---	---
11	25.4547	17.83	7.7936	0.0033	28.00	0.00	0.00	---	---
12	29.3596	13.96	7.0847	0.0032	28.00	0.00	0.00	---	---
13	20.6349	10.16	3.6409	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
14	9.2436	6.41	1.0314	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
15	7.5690	2.68	0.3536	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
16	7.5961	-1.04	-0.1378	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
17	7.4998	-4.76	-0.6225	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
18	6.2363	-8.50	-0.9221	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
19	5.8837	-12.28	-1.2516	0.0032	28.00	0.00	0.00	---	---
20	5.4026	-16.12	-1.4997	0.0032	28.00	0.00	0.00	---	---
21	4.7822	-20.03	-1.6377	0.0033	28.00	0.00	0.00	---	---
22	4.0126	-24.04	-1.6345	0.0034	28.00	0.00	0.00	---	---
23	3.0805	-28.18	-1.4547	0.0035	28.00	0.00	0.00	---	---
24	1.9672	-32.49	-1.0567	0.0037	28.00	0.00	0.00	---	---
25	0.6466	-37.02	-0.3893	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---

 $\Sigma W_i = 301.7631$ [kN]

 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 105.7096$ [kN]

 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 171.3612$ [kN]

 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.51$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	63 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 15

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]
 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 [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.39 Y[m]= 0.83

Raggio del cerchio R[m]= 4.88

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.48

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.42

Larghezza della striscia dx[m]= 0.32

Coefficiente di sicurezza C= 1.44

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	3.3418	73.35	3.2016	0.0108	35.00	0.00	0.00	---	---
2	8.6527	63.09	7.7158	0.0069	35.00	0.00	0.00	---	---
3	12.0863	55.69	9.9830	0.0055	35.00	0.00	0.00	---	---
4	14.7221	49.53	11.1995	0.0048	35.00	0.00	0.00	---	---
5	16.8613	44.08	11.7298	0.0043	35.00	0.00	0.00	---	---
6	18.6315	39.10	11.7505	0.0040	31.55	0.00	0.00	---	---
7	20.0649	34.45	11.3515	0.0038	28.00	0.00	0.00	---	---
8	21.2657	30.05	10.6505	0.0036	28.00	0.00	0.00	---	---
9	22.7581	25.84	9.9210	0.0034	28.00	0.00	0.00	---	---
10	24.0093	21.78	8.9087	0.0033	28.00	0.00	0.00	---	---
11	25.4547	17.83	7.7936	0.0033	28.00	0.00	0.00	---	---
12	29.3596	13.96	7.0847	0.0032	28.00	0.00	0.00	---	---
13	20.6349	10.16	3.6409	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
14	9.2436	6.41	1.0314	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
15	7.5690	2.68	0.3536	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
16	7.5961	-1.04	-0.1378	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
17	7.4998	-4.76	-0.6225	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
18	6.2363	-8.50	-0.9221	0.0031	28.00	0.00	0.00	---	---
19	5.8837	-12.28	-1.2516	0.0032	28.00	0.00	0.00	---	---
20	5.4026	-16.12	-1.4997	0.0032	28.00	0.00	0.00	---	---
21	4.7822	-20.03	-1.6377	0.0033	28.00	0.00	0.00	---	---
22	4.0126	-24.04	-1.6345	0.0034	28.00	0.00	0.00	---	---
23	3.0805	-28.18	-1.4547	0.0035	28.00	0.00	0.00	---	---
24	1.9672	-32.49	-1.0567	0.0037	28.00	0.00	0.00	---	---
25	0.6466	-37.02	-0.3893	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---

$\Sigma W_i = 301.7631$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 105.7096$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 171.3612$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.51$



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	64 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	10.7000	5.2000
2	0.15	1.1342	11.4636	5.2897
3	0.30	2.3671	12.2373	5.5575
4	0.44	3.6987	13.0426	5.9531
5	0.59	5.1290	13.8946	6.4527
6	0.74	6.6579	14.8071	7.0520
7	0.89	8.2855	15.7931	7.7499
8	1.03	10.0118	16.8658	8.5460
9	1.18	11.8368	18.0382	9.4401
10	1.33	13.7605	19.3235	10.4319
11	1.48	15.7828	20.7346	11.5216
12	1.62	17.9039	22.2845	12.7090
13	1.77	20.1236	23.9863	13.9940
14	1.92	22.4420	25.8530	15.3768
15	2.07	24.8591	27.8976	16.8573
16	2.21	27.3748	30.1331	18.4354
17	2.36	29.9893	32.5726	20.1112
18	2.51	32.7024	35.2290	21.8847
19	2.66	35.5142	38.1154	23.7558
20	2.80	38.4247	41.2447	25.7246
21	2.95	41.4338	44.6294	27.7755

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1969	3.5881
3	0.22	0.7913	7.2287
4	0.33	1.7891	10.9218
5	0.44	3.1960	14.6673
6	0.55	5.0178	18.4653
7	0.66	7.2603	22.3157
8	0.77	9.9292	26.2186
9	0.88	13.0303	30.1740
10	0.99	16.5694	34.1818
11	1.10	20.5523	38.2420

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	65 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0560	-1.4978
3	0.15	-0.2253	-3.0199
4	0.22	-0.5096	-4.5665
5	0.30	-0.9109	-6.1374
6	0.38	-1.4308	-7.7328
7	0.45	-2.0714	-9.3525
8	0.53	-2.8343	-10.9966
9	0.60	-3.7215	-12.6650
10	0.68	-4.7332	-14.2353
11	0.75	-5.8513	-15.5848



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	66 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	10.7000	5.2000
2	0.15	1.1342	11.4636	5.2897
3	0.30	2.3671	12.2373	5.5575
4	0.44	3.6987	13.0426	5.9531
5	0.59	5.1290	13.8946	6.4527
6	0.74	6.6579	14.8071	7.0520
7	0.89	8.2855	15.7931	7.7499
8	1.03	10.0118	16.8658	8.5460
9	1.18	11.8368	18.0382	9.4401
10	1.33	13.7605	19.3235	10.4319
11	1.48	15.7828	20.7346	11.5216
12	1.62	17.9039	22.2845	12.7090
13	1.77	20.1236	23.9863	13.9940
14	1.92	22.4420	25.8530	15.3768
15	2.07	24.8591	27.8976	16.8573
16	2.21	27.3748	30.1331	18.4354
17	2.36	29.9893	32.5726	20.1112
18	2.51	32.7024	35.2290	21.8847
19	2.66	35.5142	38.1154	23.7558
20	2.80	38.4247	41.2447	25.7246
21	2.95	41.4338	44.6294	27.7755

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1969	3.5881
3	0.22	0.7913	7.2287
4	0.33	1.7891	10.9218
5	0.44	3.1960	14.6673
6	0.55	5.0178	18.4653
7	0.66	7.2603	22.3157
8	0.77	9.9292	26.2186
9	0.88	13.0303	30.1740
10	0.99	16.5694	34.1818
11	1.10	20.5523	38.2420

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	67 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0560	-1.4978
3	0.15	-0.2253	-3.0199
4	0.22	-0.5096	-4.5665
5	0.30	-0.9109	-6.1374
6	0.38	-1.4308	-7.7328
7	0.45	-2.0714	-9.3525
8	0.53	-2.8343	-10.9966
9	0.60	-3.7215	-12.6650
10	0.68	-4.7332	-14.2353
11	0.75	-5.8513	-15.5848

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	68 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	10.7000	5.2000
2	0.15	1.1342	11.4636	5.2897
3	0.30	2.3671	12.2373	5.5575
4	0.44	3.6987	13.0426	5.9531
5	0.59	5.1290	13.8946	6.4527
6	0.74	6.6579	14.8071	7.0520
7	0.89	8.2855	15.7931	7.7499
8	1.03	10.0118	16.8658	8.5460
9	1.18	11.8368	18.0382	9.4401
10	1.33	13.7605	19.3235	10.4319
11	1.48	15.7828	20.7346	11.5216
12	1.62	17.9039	22.2845	12.7090
13	1.77	20.1236	23.9863	13.9940
14	1.92	22.4420	25.8530	15.3768
15	2.07	24.8591	27.8976	16.8573
16	2.21	27.3748	30.1331	18.4354
17	2.36	29.9893	32.5726	20.1112
18	2.51	32.7024	35.2290	21.8847
19	2.66	35.5142	38.1154	23.7558
20	2.80	38.4247	41.2447	25.7246
21	2.95	41.4338	44.6294	27.7755

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1969	3.5881
3	0.22	0.7913	7.2287
4	0.33	1.7891	10.9218
5	0.44	3.1960	14.6673
6	0.55	5.0178	18.4653
7	0.66	7.2603	22.3157
8	0.77	9.9292	26.2186
9	0.88	13.0303	30.1740
10	0.99	16.5694	34.1818
11	1.10	20.5523	38.2420

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 18

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	69 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0560	-1.4978
3	0.15	-0.2253	-3.0199
4	0.22	-0.5096	-4.5665
5	0.30	-0.9109	-6.1374
6	0.38	-1.4308	-7.7328
7	0.45	-2.0714	-9.3525
8	0.53	-2.8343	-10.9966
9	0.60	-3.7215	-12.6650
10	0.68	-4.7332	-14.2353
11	0.75	-5.8513	-15.5848



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	70 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	10.7000	5.2000
2	0.15	1.1342	11.4636	5.2897
3	0.30	2.3671	12.2373	5.5575
4	0.44	3.6987	13.0426	5.9531
5	0.59	5.1290	13.8946	6.4527
6	0.74	6.6579	14.8071	7.0520
7	0.89	8.2855	15.7931	7.7499
8	1.03	10.0118	16.8658	8.5460
9	1.18	11.8368	18.0382	9.4401
10	1.33	13.7605	19.3235	10.4319
11	1.48	15.7828	20.7346	11.5216
12	1.62	17.9039	22.2845	12.7090
13	1.77	20.1236	23.9863	13.9940
14	1.92	22.4420	25.8530	15.3768
15	2.07	24.8591	27.8976	16.8573
16	2.21	27.3748	30.1331	18.4354
17	2.36	29.9893	32.5726	20.1112
18	2.51	32.7024	35.2290	21.8847
19	2.66	35.5142	38.1154	23.7558
20	2.80	38.4247	41.2447	25.7246
21	2.95	41.4338	44.6294	27.7755

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1969	3.5881
3	0.22	0.7913	7.2287
4	0.33	1.7891	10.9218
5	0.44	3.1960	14.6673
6	0.55	5.0178	18.4653
7	0.66	7.2603	22.3157
8	0.77	9.9292	26.2186
9	0.88	13.0303	30.1740
10	0.99	16.5694	34.1818
11	1.10	20.5523	38.2420

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 19

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	71 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0560	-1.4978
3	0.15	-0.2253	-3.0199
4	0.22	-0.5096	-4.5665
5	0.30	-0.9109	-6.1374
6	0.38	-1.4308	-7.7328
7	0.45	-2.0714	-9.3525
8	0.53	-2.8343	-10.9966
9	0.60	-3.7215	-12.6650
10	0.68	-4.7332	-14.2353
11	0.75	-5.8513	-15.5848

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	72 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 20

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	10.7000	5.2000
2	0.15	1.1342	11.4636	5.2897
3	0.30	2.3671	12.2373	5.5575
4	0.44	3.6987	13.0426	5.9531
5	0.59	5.1290	13.8946	6.4527
6	0.74	6.6579	14.8071	7.0520
7	0.89	8.2855	15.7931	7.7499
8	1.03	10.0118	16.8658	8.5460
9	1.18	11.8368	18.0382	9.4401
10	1.33	13.7605	19.3235	10.4319
11	1.48	15.7828	20.7346	11.5216
12	1.62	17.9039	22.2845	12.7090
13	1.77	20.1236	23.9863	13.9940
14	1.92	22.4420	25.8530	15.3768
15	2.07	24.8591	27.8976	16.8573
16	2.21	27.3748	30.1331	18.4354
17	2.36	29.9893	32.5726	20.1112
18	2.51	32.7024	35.2290	21.8847
19	2.66	35.5142	38.1154	23.7558
20	2.80	38.4247	41.2447	25.7246
21	2.95	41.4338	44.6294	27.7755

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 20

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1969	3.5881
3	0.22	0.7913	7.2287
4	0.33	1.7891	10.9218
5	0.44	3.1960	14.6673
6	0.55	5.0178	18.4653
7	0.66	7.2603	22.3157
8	0.77	9.9292	26.2186
9	0.88	13.0303	30.1740
10	0.99	16.5694	34.1818
11	1.10	20.5523	38.2420

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 20

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	73 di 201

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.0560	-1.4978
3	0.15	-0.2253	-3.0199
4	0.22	-0.5096	-4.5665
5	0.30	-0.9109	-6.1374
6	0.38	-1.4308	-7.7328
7	0.45	-2.0714	-9.3525
8	0.53	-2.8343	-10.9966
9	0.60	-3.7215	-12.6650
10	0.68	-4.7332	-14.2353
11	0.75	-5.8513	-15.5848

Come si può notare, per le combinazioni SLU statiche n.4 e n.7, il coefficiente di sicurezza risulta inferiore al minimo richiesto pari a 1.1. Per tale motivo si rende necessario creare un vincolo alla base del muro, come verrà descritto nei capitoli successivi.

Si riportano di seguito i diagrammi di involuppo delle principali sollecitazioni di calcolo sul paramento e sulla fondazione.

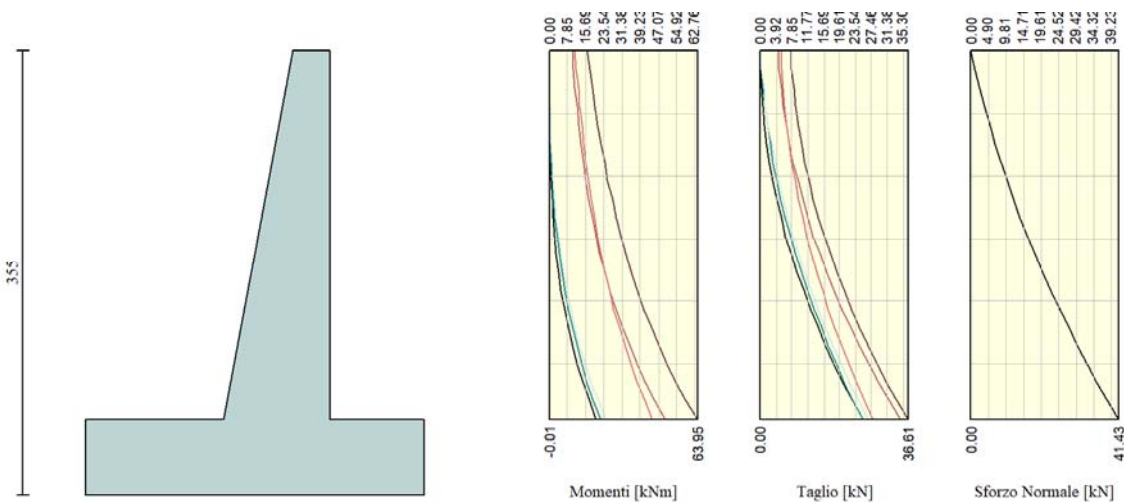


Figura 7-1 – Diagrammi delle sollecitazioni sul paramento

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	74 di 201

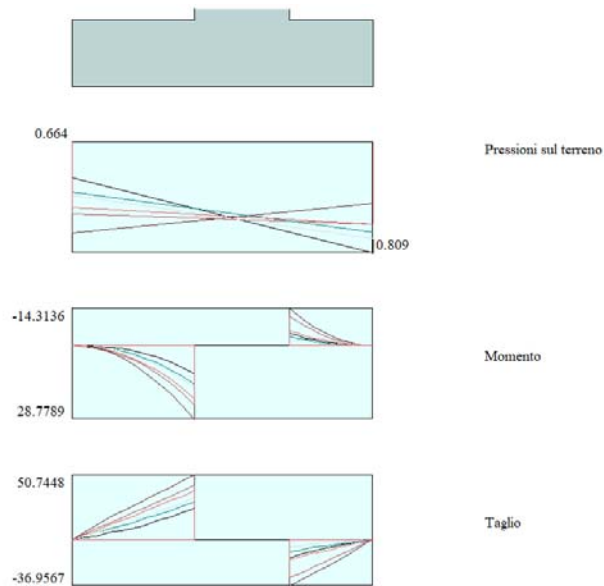


Figura 7-2 – Diagrammi delle sollecitazioni sul plinto di fondazione

7.3 Verifica del muro lato sud

Le verifiche agli SLU e SLE delle armature esistenti sono condotte automaticamente tramite il software RC-sec. Per quanto riguarda le verifiche SLE, si impone che il limite di apertura delle fessure sia pari a 0.2mm in condizioni SLE rare, come da MdP RFI, mentre i limiti tensionali in condizione SLE rara e SLE quasi permanente sono i seguenti:

$$\sigma_c < \sigma_{c,max} = 0,55 \cdot f_{ck} = 13.70 \text{ MPa} \quad \text{per la combinazione rara}$$

$$\sigma_c < \sigma_{c,max} = 0,4 \cdot f_{ck} = 9.96 \text{ MPa} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

Inoltre per la combinazione rara la massima tensione di trazione sull'acciaio deve risultare:

$$\sigma_s < \sigma_{s,max} = 0,75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

7.3.1 Verifica del paramento

Si considerano, a favore di sicurezza, le seguenti armature:

Lato terreno: $\varnothing 16/20\text{cm}$

Lato esterno: $\varnothing 14/20\text{cm}$



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	75 di 201

Armatura a taglio: $9\phi 8/m^2$

Si verificano le sezioni di base e in sommità del muro.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Base paramento

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C20/25
	Resistenza compress. di progetto fcd:	11.33 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	5.665 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	29960.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.210 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	9.000 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1*\beta 2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta 1*\beta 2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	85.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	76 di 201

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	64.00	37.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	45.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	45.00 (284.93)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0.00	64.00	-0.07	304.13	4.752	79.5	0.07	0.70 17.7 (10.2)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	77 di 201

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	85.0	-0.00072	78.4	-0.04657	6.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 30.0 cm
 N.Bracci staffe: 3
 Area staffe/m : 5.0 cm²/m

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	37.00	234.26	1378.36	346.96	100.0 78.4	2.500	1.000	0.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.84	85.0	0.00	71.5	-60.7	78.4	16.5	1650	10.1	21.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	78 di 201

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00033	0.00006	0.50	0.60	0.000182 (0.000182)	644	0.117 (990.00)	284.93

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.84	85.0	0.00	71.5	-60.7	78.4	16.5	1650	10.1	21.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00033	0.00006	0.50	0.40	0.000182 (0.000182)	644	0.117 (0.20)	284.93

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Sommità paramento

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C20/25
	Resistenza compress. di progetto fcd:	11.33 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	5.665 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	29960.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.210 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	9.000 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	79 di 201

Coef. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Comb.Rare - Sf Limite: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	38.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	22.00	10.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	14.70

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	14.70 (58.27)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.9	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.4	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata	
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)	
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico	
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)	
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico	
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000	
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.	

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	80 di 201

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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	22.00	0.00	119.27	5.421	32.5	0.17	0.70	17.7 (4.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	38.0	-0.00071	31.4	-0.01655	6.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 30.0 cm
N.Bracci staffe: 3

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	10.00	152.06	552.05	138.96	100.0 31.4	2.500	1.000	0.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.20	38.0	0.00	29.8	-51.3	31.4	9.9	995	10.1	21.7

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	81 di 201

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compressione: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00033	0.00009	0.50	0.60	0.000154 (0.000154)	466	0.072 (990.00)	58.27

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.20	38.0	0.00	29.8	-51.3	31.4	9.9	995	10.1	21.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00033	0.00009	0.50	0.40	0.000154 (0.000154)	466	0.072 (0.20)	58.27

7.3.2 Verifica del plinto

Si considerano le seguenti armature:

 Armature inferiori e superiori: $\varnothing 16/20\text{cm}$

 Armatura a taglio: $9\varnothing 8/\text{m}^2$
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Plinto

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C20/25

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	82 di 201

Resistenza compress. di progetto fcd:	11.33	MPa
Resistenza compress. ridotta fcd':	5.665	MPa
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	29960.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.210	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.000	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	9.000	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	29.00	51.00	0.00
2	0.00	-14.00	37.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	21.00
2	0.00	-6.00

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

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	83 di 201

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	21.00 (143.75)
2	0.00	-6.00 (-143.75)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	29.00	-0.25	204.56	7.054	53.9	0.12	0.70	20.1 (6.8) 12)
2	S	0.00	-14.00	-0.25	-204.56	14.611	6.1	0.12	0.70	20.1 (6.8) 12)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00084	52.4	-0.02643	7.6
2	0.00350	0.0	-0.00084	7.6	-0.02643	52.4

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 30.0 cm
N.Bracci staffe: 3
Area staffe/m : 5.0 cm²/m

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	84 di 201

Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	51.00	200.65	921.26	231.90	100.0 52.4	2.500	1.000	1.1
2	S	37.00	200.65	921.26	231.90	100.0 52.4	2.500	1.000	0.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.74	60.0	0.00	49.2	-43.1	52.4	16.4	1641	10.1	21.2
2	S	0.22	0.0	0.00	16.4	-11.9	7.6	16.1	1614	10.1	21.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $-(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00025	0.00006	0.50	0.60	0.000129 (0.000129)	675	0.087 (990.00)	143.75
2	S	-0.00007	0.00002	0.50	0.60	0.000036 (0.000036)	668	0.024 (990.00)	-143.75

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.74	60.0	0.00	49.2	-43.1	52.4	16.4	1641	10.1	21.2
2	S	0.22	0.0	0.00	16.4	-11.9	7.6	16.1	1614	10.1	21.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	----	----	----	----	------	-----	----	---------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	85 di 201

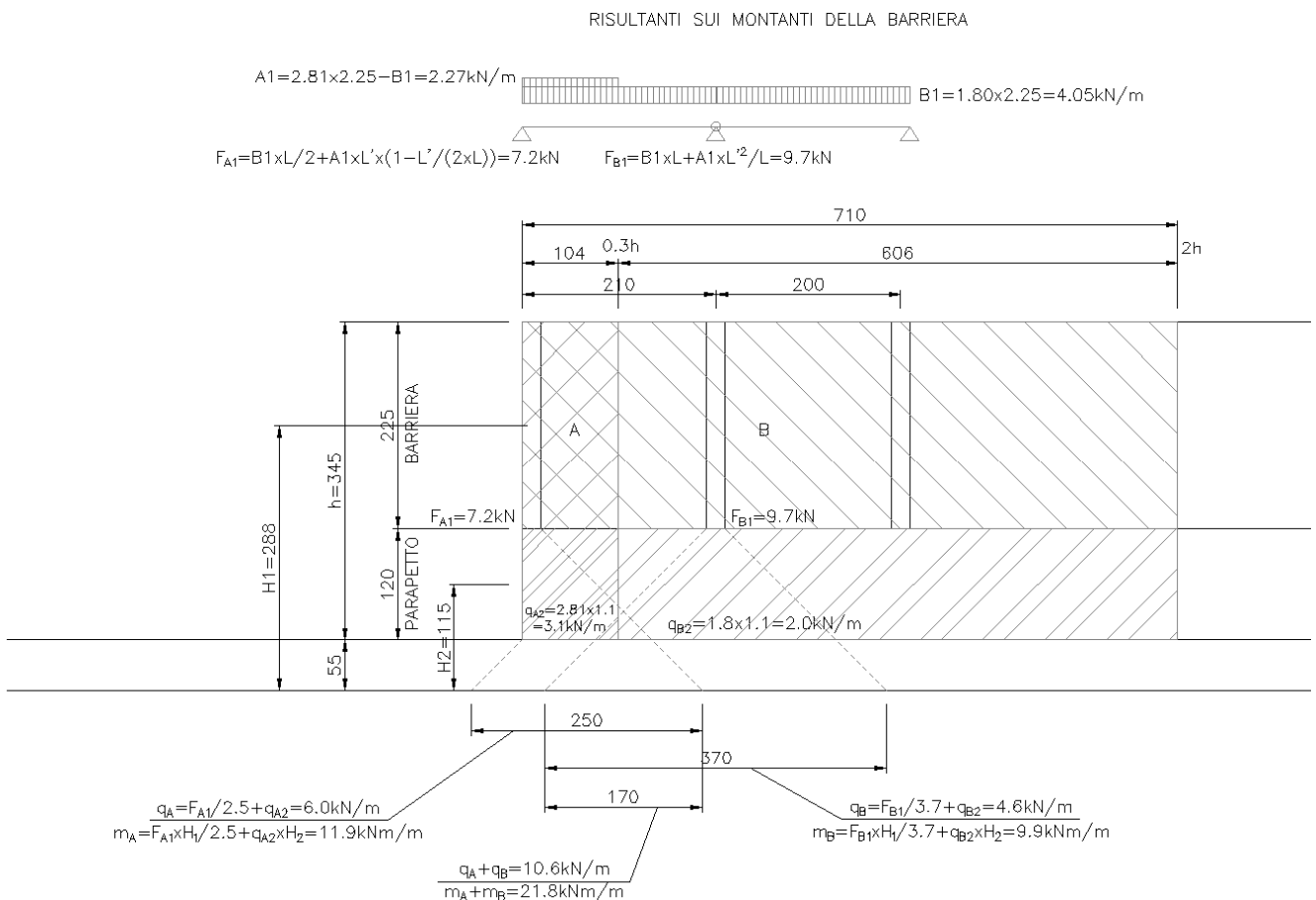
1	S	-0.00025	0.00006	0.50	0.40	0.000129 (0.000129)	675	0.087 (0.20)	143.75
2	S	-0.00007	0.00002	0.50	0.40	0.000036 (0.000036)	668	0.024 (0.20)	-143.75


7.3.3 Verifica del parapetto

Il momento flettente massimo (zona di estremità della barriera) alla base del parapetto è calcolato, per metro lineare di sviluppo, considerando una diffusione a 45° delle azioni, secondo lo schema seguente.

Si considera l'area investita dal vento di altezza $h=3.45\text{m}$, suddivisa in due zone: la parte superiore è costituita dalla barriera acustica, mentre la parte inferiore è costituita dal parapetto. Mentre nella parte inferiore la pressione del vento è riportata all'incastro direttamente dal parapetto, nella parte superiore, la barriera riporta la pressione del vento ai montanti laterali, con spessore 20cm e passo 2m, che scaricano sul parapetto una forza e un momento concentrati.

Nello schema grafico seguente sono riportate la geometria ed il calcolo della massima forza e momento per metro lineare di parapetto.



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

Si deduce quindi che allo SLU, gli inghisaggi sono sottoposti alle seguenti sollecitazioni:

$$V_{Ed} = 10.6 \cdot 1.5 = 15.9 \text{ kN/m} \quad M_{Ed} = 21.8 \cdot 1.5 = 32.7 \text{ kNm/m}$$

Si considera agente solamente il peso del parapetto, a favore di sicurezza, pari a:

$$N_{Ed} = 0.38 \cdot 25 \cdot 1.1 = 10 \text{ kN/m}$$

Il nuovo parapetto sarà ancorato alla sommità del muro esistente tramite 5+5 barre $\phi 16$ /m, inghisate con resina epossidica tipo HILTI HIT-RE 500 (o prodotto equivalente). La verifica degli ancoraggi è svolta tramite il software HILTI Profis Anchor, di cui si riporta sinteticamente l'output.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + Rebar B500B 16mm

Return period (service life in years): 50



Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.

Profondità di posa effettiva: $h_{ef,act} = 190 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)

Materiale: B500B

Certificazione No.: ETA 16/0143

Emesso l Valido: 14/05/2019 | -

Prova: Valutazione ingegneristica SOFA BOND dopo la campagna di test ETAG BOND

Fissaggio distanziato: $e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 1 \text{ mm}$

Piastra d'ancoraggio: $l_x \times l_y \times t = 300 \text{ mm} \times 1'000 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo: nessun profilo

Materiale base: non fessurato calcestruzzo, $f_{c,cube} = 40.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 2'000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	87 di 201

2 Prova I Utilizzo (Configurazioni maggiormente caricate)

Carico	Prova	Valori di calcolo [kN]		Utilizzo β_N / β_V [%]	Stato	
		Carico	Resistenza			
Trazione	Rottura conica del calcestruzzo	135.098	140.157	97 / -	OK	
Taglio	Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+	15.900	74.268	- / 22	OK	
Carico		β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
Carichi combinati a trazione e taglio		0.964	0.214	1.0	99	OK

3 Attenzione

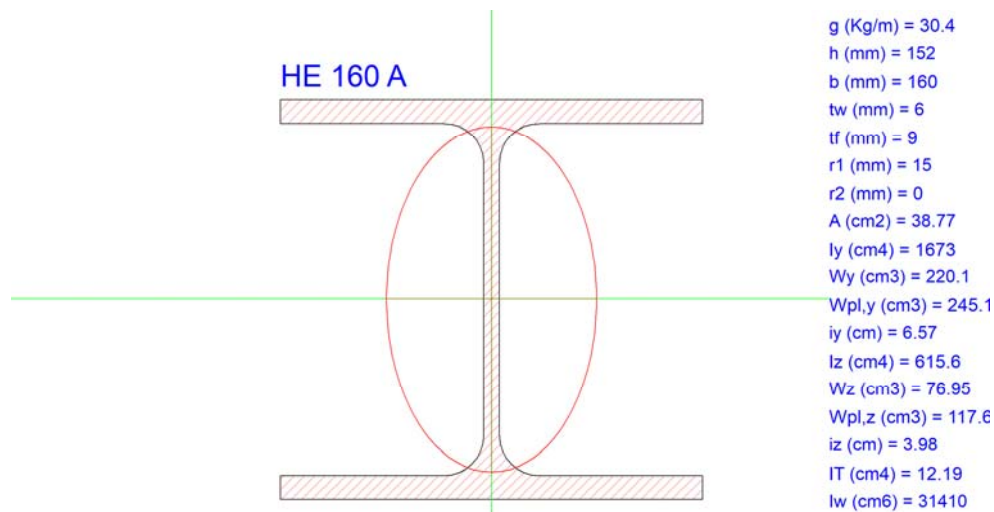
- Si prega di considerare tutti i dettagli e le avvertenze contenute nel report di calcolo!

L'ancoraggio risulta verificato!

7.4 VERIFICA DEI MONTANTI E DELLE PIASTRE DI BASE BARRIERA ML-1

Si riportano di seguito le verifiche relative al montante aventi sezione HEA160.

A favore di sicurezza le verifiche saranno condotte considerando un acciaio tipo S235.



I carichi che agiscono sul montante della barriera (h = 2.25m) sono quelli relativi ai pannelli fonoassorbenti, all'azione del vento ed a quella aerodinamica, calcolati al §8.3 e qui riportati allo SLU:

Taglio alla base del montante maggiormente sollecitato: $F = 9.7 \cdot 1.5 = 14.6\text{kN}$

Momento alla base, considerando un braccio pari a h/2: $M = 14 \cdot 6 \cdot 2.25/2 = 16.4\text{kNm}$

Si considera che il peso dei pannelli gravante sul montante sia di 2.25kN/m^2 , quindi:

$$N = 2.25 \cdot 2.25 \cdot 1.3 = 6.6\text{kN}$$

7.4.1 Verifica a resistenza delle membrature

Si effettua la verifica di resistenza delle membrature utilizzando la seguente formula, prevista dalle NTC 2018:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed}\sigma_{x,Ed} + 3\tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2$$

Nella forma ridotta:

$$\sigma_{id} = (\sigma_{x,Ed}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2)^{1/2} \leq f_{yk} / \gamma_{M0}$$

dove:

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	89 di 201

$$\sigma_{x,Ed} = N/A + M/W = 76\text{MPa}$$

$$\tau_{Ed} = V/A_v = 18\text{MPa}$$

$$\sigma_{id} = (\sigma_{x,Ed}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2)^{1/2} = 82 \leq f_{yk}/\gamma_{M0} = 224\text{MPa}$$

La verifica è soddisfatta.

7.4.2 Verifica a deformazione

La deformazione in condizione SLE rara è calcolata di seguito, considerando il carico massimo da vento e sovrappressione distribuito su tutta l'altezza del montante:

$$q = 14.6/2.25 = 6.5\text{kN/m}$$

$$\delta = q \cdot h^4 / (8 \cdot E \cdot J) = 6\text{mm}$$

Lo spostamento massimo della membratura risulta essere contenuto al di sotto del limite di $h/150 = 15\text{mm}$. Pertanto, la deformazione della membratura si ritiene compatibile con l'esercizio dell'opera.

7.4.3 Verifiche di resistenza al fuoco

Si conducono le verifiche di resistenza al fuoco controllando che la temperatura critica per cui si ha il collasso del montante sia raggiunta in un intervallo di tempo non inferiore ai 30 minuti prescritti dal Disciplinare Tecnico RFI per le barriere antirumore.

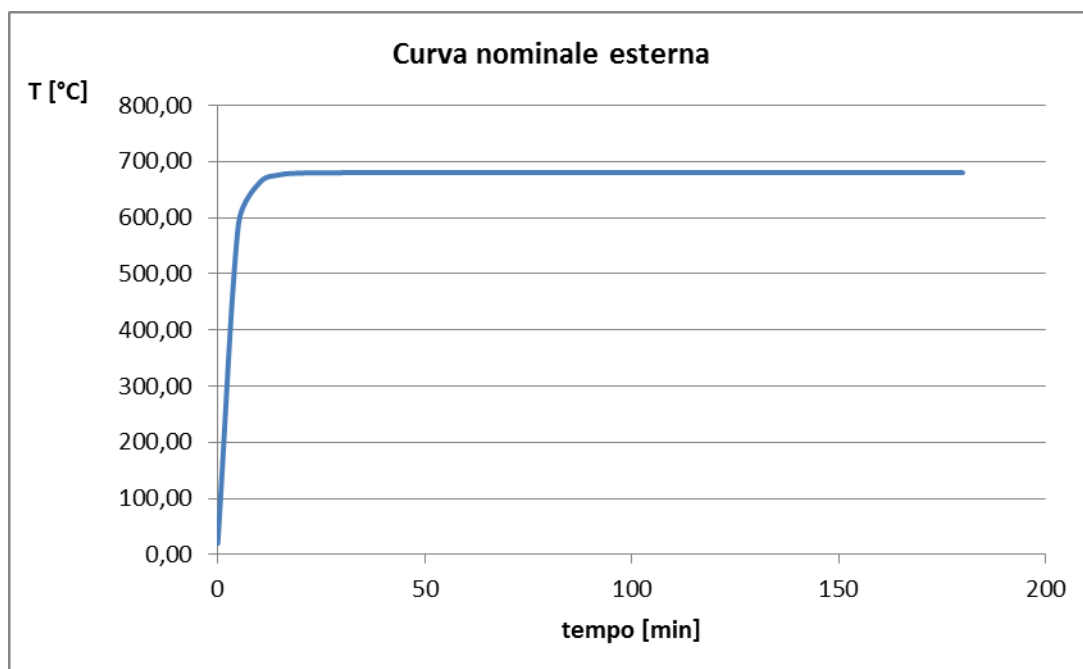
In particolare, il montante viene verificato nella sezione più sfavorevole, cioè in corrispondenza della sezione di base, nella quale si hanno le seguenti caratteristiche geometriche:

Sezione resistente: HEA160

A	38.77 [cm ²]
W _x	220.1 [cm ³]
J _x	1673 [cm ⁴]
A anima	8.04 [cm ²]

Le verifiche al fuoco vengono condotte in conformità alla norma UNI 9503/2007, utilizzando la curva di incendio nominale esterna definita in NTC2008, § 3.6.1.5.1:

$$\theta_g = 660(1 - 0.687 \cdot e^{-0.32t} - 0.313 \cdot e^{-2.82t}) + 20 \text{ [}^\circ\text{C]}$$



Nel caso delle barriere antirumore si ha, quindi, una temperatura massima di :

$$\Theta (t = 30\text{min}) = 680[^\circ\text{C}]$$

La verifica da eseguire consiste nel determinare quanto tempo impiega la sezione a raggiungere la temperatura critica, ovvero la temperatura alla quale il materiale non è più in grado di sopportare il carico di progetto.

La T_{cr} viene determinata come:

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[\frac{I}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - I \right] + 482$$

Dove:

$$\mu_0 = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

$E_{fi,d}$ = effetto dell'azione a temperatura ordinaria [MPa]

$R_{fi,d,0}$ = resistenza di progetto del materiale per l'istante iniziale = 223.81 MPa

Il calcolo di $R_{fi,d,0}$ e $E_{fi,d}$ verrà svolto, a favore di sicurezza, considerando il W elastico della sezione, anche in virtù della labilità della struttura (mensola incastrata alla base, isostatica) in caso di formazione di cerniera plastica.

Secondo quanto previsto al paragrafo 1.5.4.3.7 del manuale di progettazione (RFI DTC SI AM MA IFS 001 B), la pressione aerodinamica del treno può essere assunta con un valore minimo pari a 1.00 kN/m².

Azione di progetto:

$$M = p_h \cdot i \cdot h^2 / 2 = 5.1 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_{fi,d} = N/A + M/W = 24.5 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 0.11$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 814 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ } ^\circ\text{C}$: MAI

Pertanto, la verifica al fuoco è soddisfatta.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

7.4.4 Verifica a fatica del montante

La verifica a fatica è condotta secondo le prescrizioni del manuale RFI DTC SI PS MA IFS 001 A, ossia deve risultare soddisfatta la seguente relazione:

$$\Delta\sigma_1 < \Delta\sigma_{D1} / \gamma_m$$

$\Delta\sigma$ = variazione di tensione prodotta dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari. La sezione considerata per la verifica è quella di base (profilo HEA160), dove si hanno le maggiori sollecitazioni.

Il limite di fatica $\Delta\sigma_{D1}$, è stato calcolato considerando cautelativamente la curva SN63 prescritta dai particolari strutturali sollecitati a trazione o compressione.

$$\Delta\sigma_{D1} = 0.737 \Delta\sigma_c$$

Il quale risulta essere pari a 46.43 MPa, e che dovrà essere ridotto del relativo coefficiente di sicurezza

$$\gamma_m = 1.35$$

L'unica azione di progetto da considerare per questa verifica è il carico di vento del solo convoglio, pari a:

$$q_{conv} = 0.16 \text{ kN/m}^2$$

Azione di progetto:

$$M = q_{conv} \cdot i \cdot h^2 / 2 = 0.81 \text{ kNm}$$

Considerando costante lo sforzo assiale la variazione di tensione nella sezione è data solamente dal momento, che può essere di entrambi i segni:

Stato tensionale in esercizio di compressione

$$\sigma_{fat} = - M/W = 3.7 \text{ MPa}$$

Stato tensionale in esercizio

$$\Delta\sigma = 2 \cdot \sigma_{fat} = 7.4 < 34.39 \text{ MPa}$$

Pertanto, la verifica a fatica del montante è soddisfatta.


Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	93 di 201

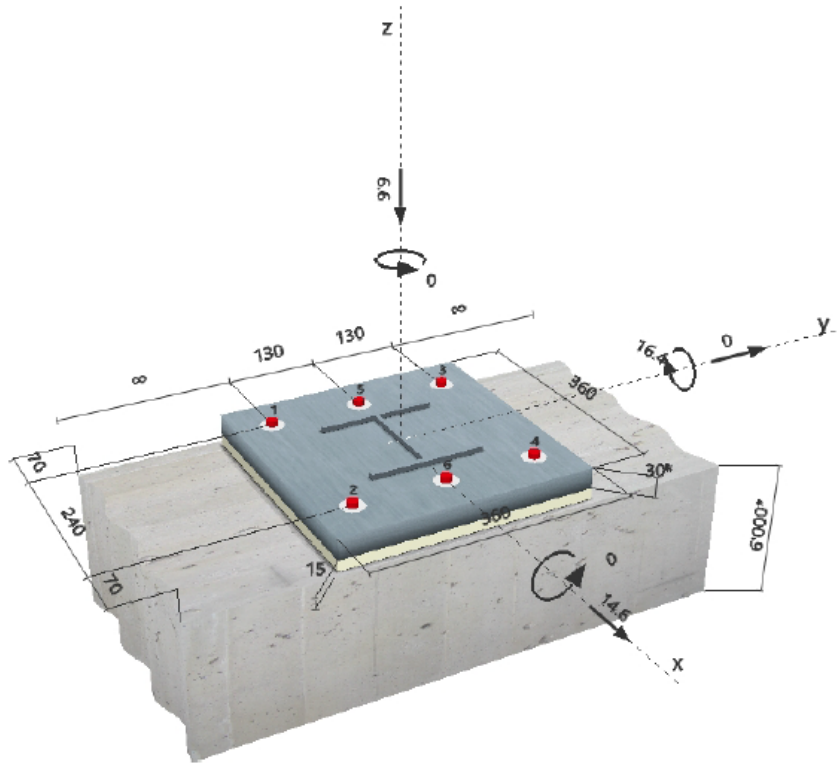
7.4.5 Verifica della piastra di base

La piastra di ancoraggio è inghisata tramite barre filettate inghisate alla parte superiore del parapetto. La verifica dell'ancoraggio è effettuata tramite il software Hilti Profis Anchor, di cui si riporta l'output.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HAS-U 8.8 M16	
Return period (service life in years):	50	
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.		
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opt} = 155 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 320 \text{ mm}$)	
Materiale:	8.8	
Certificazione No.:	ETA 16/0143	
Emesso l Valido:	14/05/2019 -	
Prova:	Metodo di calcolo SOFA + fib (07/2011) – dopo prove ETAG BOND	
Fissaggio distanziato:	senza serraggio (ancorante); livello di incastro (piastra di base): 2.00; $e_b = 15 \text{ mm}$; $t = 30 \text{ mm}$ Malta Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 360 \text{ mm} \times 360 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato	
Profilo:	IPBi/HEA, IPBI 160 / HE 160 A; (L x W x T x FT) = 152 mm x 160 mm x 6 mm x 9 mm	
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C30/37, $f_{c,cyl} = 30.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 6'000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



2 Prova I Utilizzo (Configurazioni maggiormente caricate)

Carico	Prova	Valori di calcolo [kN]		Utilizzo		
		Carico	Resistenza	β_N / β_V [%]	Stato	
Trazione	Rottura conica del calcestruzzo	55.345	61.450	91 / -	OK	
Taglio	Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+	7.300	26.754	- / 28	OK	
Carico		β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
Carichi combinati a trazione e taglio		0.901	0.273	1.5	100	OK

7.4.5.1 Verifiche sulle saldature profilo-flangia

Il lato minimo della saldatura di base è di 8mm per cui l'altezza di gola è pari a 5.66mm. La tensione massima sulla saldatura è calcolata, in favore di sicurezza, tramite una proporzione tra lo spessore massimo del profilo e la gola del doppio cordone d'angolo:

$$\sigma_n = \sigma_{x,Ed} \cdot t / (2 \cdot a) = 60 \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \sigma_n \cdot \cos(45) = 43 \text{MPa}$$

$$\tau_{//} = \tau_{Ed} \cdot t / (2 \cdot a) = 14 \text{MPa}$$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	95 di 201

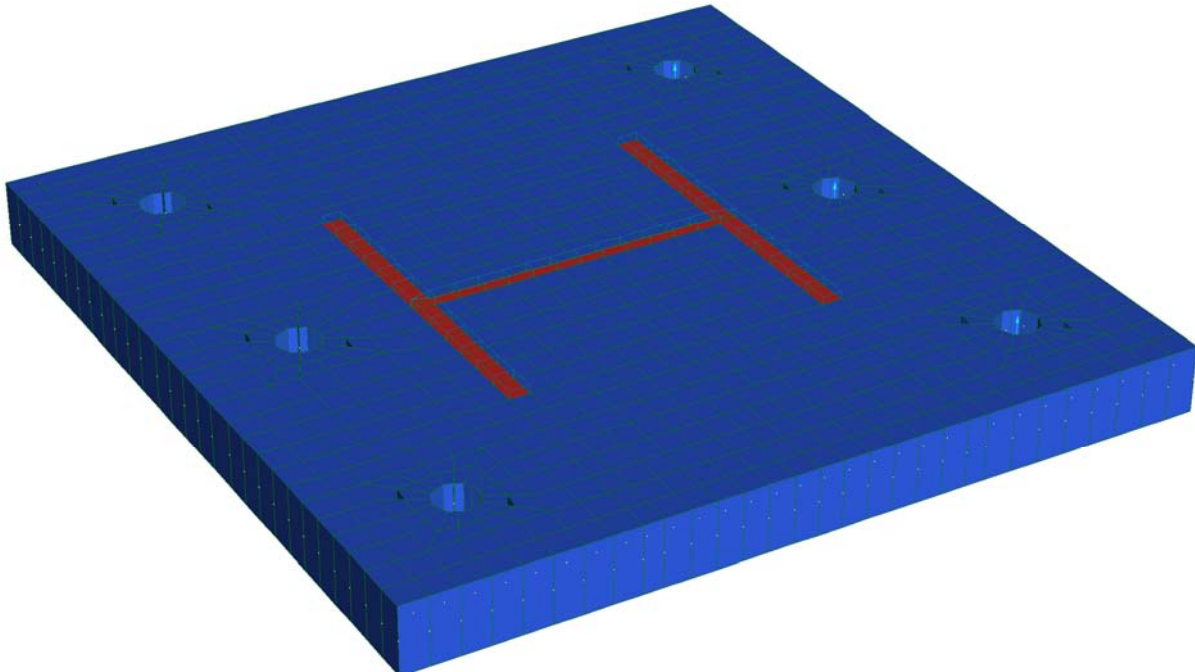
$$(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{//}^2)^{1/2} = 89 \text{MPa} < f_{tk}/(\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360 \text{MPa}$$

dove $\beta_w = 0.8$ (S235)

La verifica è soddisfatta.

7.4.5.2 Verifiche a flessione piastra

La piastra di base ha spessore pari a 35mm ed è irrigidita da nervature verticali saldate alla piastra stessa ed al montante. La verifica è realizzata tramite un modello ad elementi finiti di tipo plate a 4 nodi riportato di seguito.



I nodi in corrispondenza dei bulloni sono vincolati orizzontalmente mentre i plate in corrispondenza del montante hanno un vincolo elastico superficiale, *face support*, che simula il vincolo offerto dal profilo.

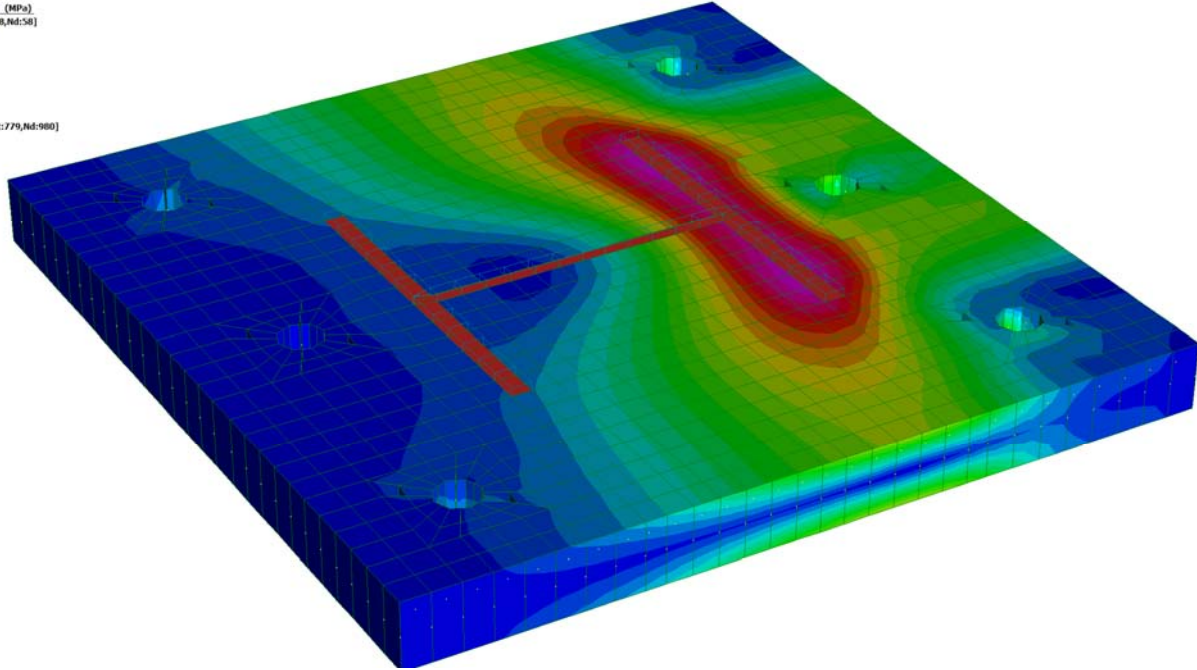
Ai nodi corrispondenti ai bulloni è applicata la forza di calcolo di trazione risultante dalla verifica dei tirafondi.


Si riporta nel seguito l'involuppo delle tensioni derivanti dall'analisi, combinate secondo il criterio di Von Mises. La massima tensione allo SLU risulta pari a $180 \text{MPa} \leq f_{yk}/\gamma_{M0} = 224 \text{MPa}$.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	96 di 201

Plate Stress:VM (MPa)
180.2 [Pt:178,Nd:58]
171.1
152.1
133.2
114.2
95.29
76.35
57.4
38.46
19.51
0.5677 [Pt:779,Nd:980]



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

7.4.5.3 Verifica a fatica dei tirafondi

Non considerando il serraggio dei tirafondi si effettua la verifica a fatica degli stessi secondo quanto riportato nelle istruzioni RFI DTC SI PS MA IFS 001 A.

La variazione di tensione ammissibile risulta pari a:

$$\Delta\sigma < \Delta\sigma_D / \gamma_m = 27.30 \text{ MPa}$$

$\Delta\sigma$ = variazione di tensione prodotta dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \cdot 50 = 36.85 \text{ MPa (classe di dettaglio 50 – Bulloni e barre filettate soggetti a trazione)}$$

$$\gamma_m = 1.35$$

La verifica a fatica dei ferri di ancoraggio è svolta in analogia alle sezioni in cemento armato.

L'unica azione di progetto da considerare per questa verifica è il carico di vento del solo convoglio, pari a:

$$q_{\text{conv}} = 0.16 \text{ kN/m}^2$$

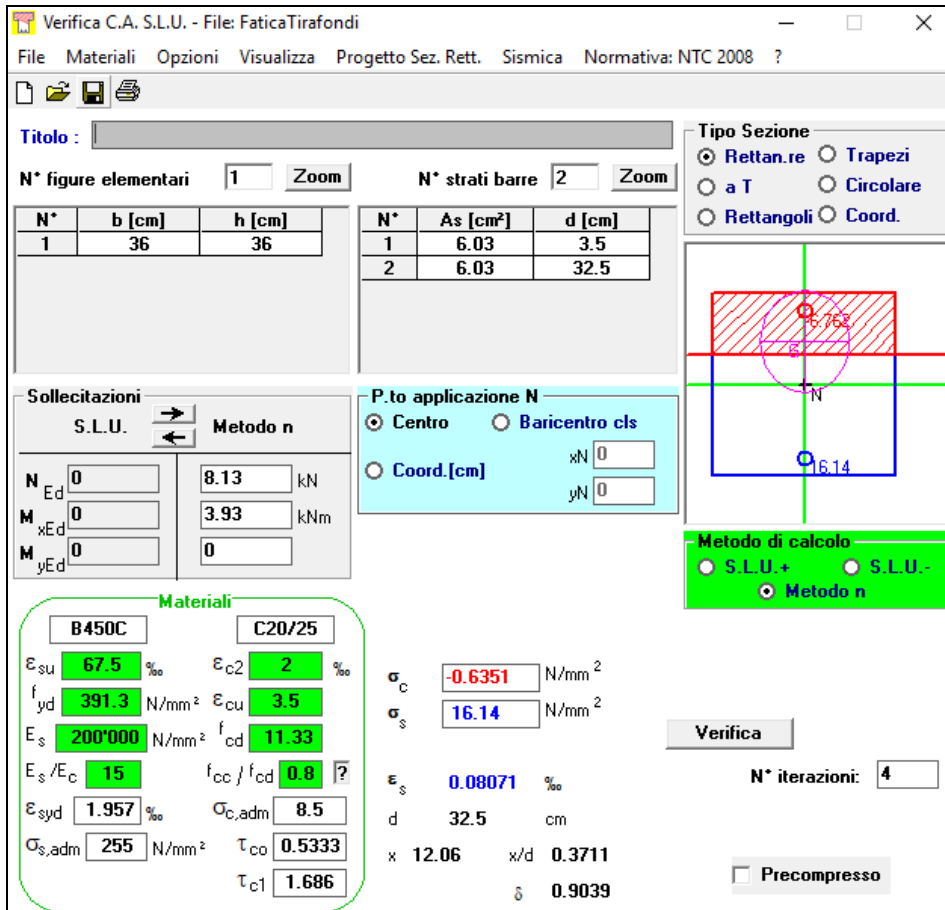
Azione di progetto:

$$M = q_{\text{conv}} \cdot i \cdot h^2 / 2 = 0.81 \text{ kNm}$$

La massima trazione risultante per il momento a fatica è 0.3kN. L'area netta delle barre M16 è 157mm², per cui:

$$\Delta\sigma = 2 \cdot 300 / 157 = 4 \text{ MPa} < \Delta\sigma_D / \gamma_m = 27.30 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta.



Verifica C.A. S.L.U. - File: FaticaTirafondi

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	36	36

N°	As [cm²]	d [cm]
1	6.03	3.5
2	6.03	32.5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 8.13 kN
M_{xEd} 3.93 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN yN

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
B450C C20/25
E_{su} 67.5 ‰ E_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 11.33
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 8.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.5333
τ_{c1} 1.686

σ_c -0.6351 N/mm²
σ_s 16.14 N/mm²
ε_s 0.08071 ‰
d 32.5 cm
x 12.06 x/d 0.3711
δ 0.9039

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

La variazione di tensione, è pari a:

$$\Delta\sigma_{D1} = -16.14 - 6.76 = 22.90 \text{ MPa} < 27.30 \text{ MPa}$$

Pertanto, la verifica a fatica del collegamento è soddisfatta.

7.5 Vincolo allo scorrimento

Per ovviare alla insufficienza delle forze di attrito, si pone in opera, al piede della fondazione, un vincolo allo spostamento orizzontale costituito da un cordolo orizzontale che collega una serie di micropali. Questi sono posti ad interasse $i = 2\text{m}$, hanno diametro 24cm e sono armati con un tubolare $\varnothing 127 \times 8$ in acciaio S355.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

La forza agente in sommità ai micropali è dimensionata considerando che, nella condizione più gravosa si ha che il coefficiente di sicurezza a scorrimento dato dal solo attrito è 0.94, quindi la resistenza necessaria a superare la verifica è data dalla differenza tra la forza agente e la resistenza ad attrito. Nella combinazione più gravosa si ha:

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	$F_{Ed} = 53.1 \text{ kN/m} \times 1.1 = 58.4 \text{ kN/m}$
Resistenza offerta dall'attrito terreno-fondazione	$R_{Att} = 53.1 \text{ kN/m} \times 0.94 = 49.9 \text{ kN/m}$
Forza agente sui micropali	$F_{mp} = (F_{Ed} - R_{Att}) \cdot i = 17 \text{ kN}$

Ai micropali non vengono affidate tutte le azioni orizzontali agenti sul muro, per non irrigidire eccessivamente il sistema e in modo da non impedire lo sviluppo della spinta attiva a tergo del muro stesso.

7.5.1 Verifica dei micropali

Per il calcolo delle sollecitazioni flettente e tagliante lungo l'altezza del palo si appronta un modello agli elementi finiti in cui il palo è formato da elementi *beam* e il terreno è modellato come un mezzo elastico alla Winkler. Per il calcolo della rigidezza delle molle, nell'ipotesi di palo rigido in terreno sabbioso mediamente consolidato, si applica un coefficiente di reazione orizzontale linearmente crescente con la profondità secondo la relazione:

$$k_{h,sab} = n_h \frac{z}{D}$$

In cui il parametro è assunto costante e pari a $n_h = 0.75 \text{ kg/cm}^3$ (sabbie non immerse) o $n_h = 0.5 \text{ kg/cm}^3$ (sabbie immerse) e z è la profondità a partire dal piano campagna. I parametri e le formule utilizzati sono ricavati dal §14.4 di *C. Viggiani – Fondazioni – Hevelius edizioni – 1999*.

$D = 0.24 \text{ m}$ è il diametro del palo.

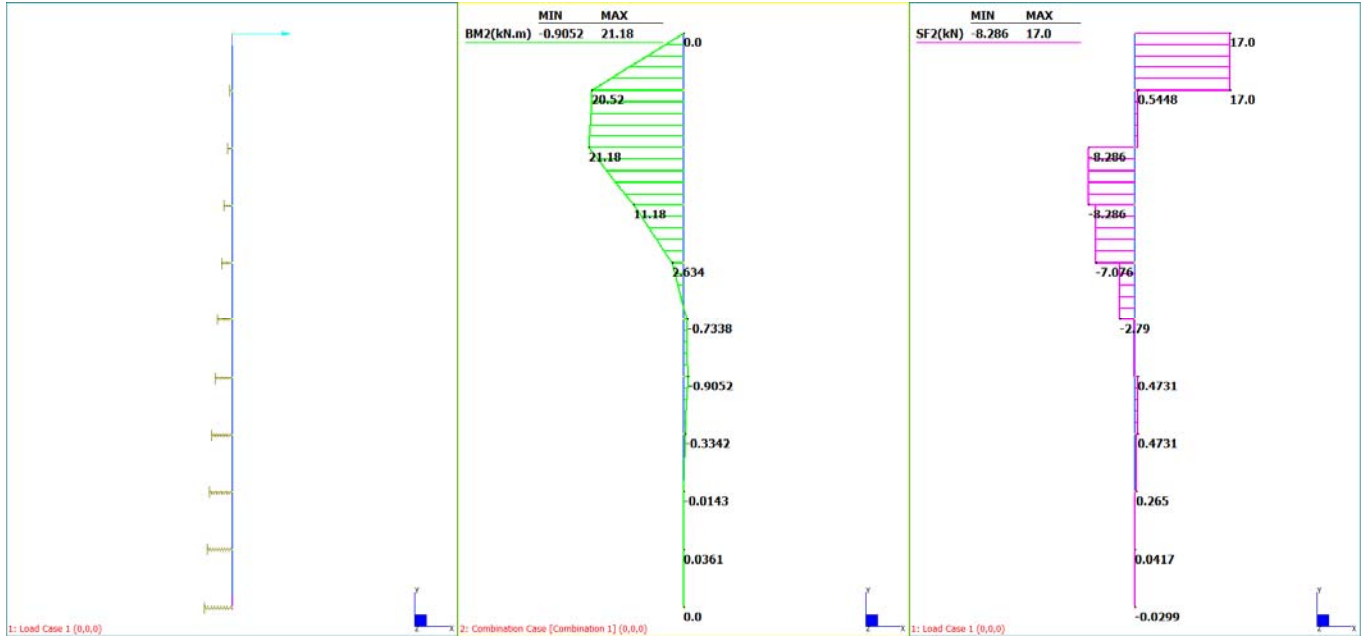
Posto come asse verticale l'asse Z , alla base del palo sono posti i vincoli D_z e R_z , ed in sommità si bloccano le rotazioni R_x e R_y , simulando così l'incastro della testa del palo nel plinto.

Alla sommità del palo è applicata la forza $F_{mp} = 17 \text{ kN}$.

Nella figura seguente sono riportati (da destra): il modello di calcolo, i diagrammi di momento flettente e taglio risultanti.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	100 di 201



La resistenza strutturale del micropalo è affidata unicamente all'armatura costituita dal tubolare in acciaio, di cui si riporta la verifica effettuata tramite un apposito foglio di calcolo.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	101 di 201

Calculation of the mechanical characteristics of tubular sections

External nominal diameter	D	127.00	mm
Nominal thickness	T	8.00	mm
Internal nominal diameter	d	111.00	mm

CROSS SECTION - DESIGN VALUES

Cross section area	A	29.908	cm ²
Second moment of area	I	531.8010	cm ⁴
Radius of gyration	i	4.217	cm
Maximum elastic section modulus	W _{el,yy}	83.748	cm ³
Maximum plastic section modulus	W _{pl,yy}	113.459	cm ³
Torsional constant	I _t	1064	cm ⁴
warping constant	I _w	167	cm ³

COEFFICIENTS AND PARAMETERS

Young modulus	E	2.00E+05	Mpa
Yield strength	f _y	355.00	Mpa
Ultimate strength	f _u	510.00	Mpa
Coefficient depending on fy	ε	0.81	-
Resistance of cross sections whatever the class is	γ _{M0}	1.05	-
Resistance of members to instability assessed by members checks	γ _{M1}	1.05	-
Resistance of cross sections in tension to fracture	γ _{M2}	1.25	-

CROSS-SECTION CLASSIFICATION

Diameter	d	127.00	mm
Thickness	t	8.00	mm
Ratio between diameter and thickness	d/t	15.88	-
Class		1	

PLASTIC - SHEAR V_y e V_z

absence of torsion			
circular sections			
Area	A	2990.80	mm
Shear area	A _v	1904.00	mm ²
Shear force - design value	V_{Ed,y}	25.00	kN
Shear force - design value	V_{Ed,z}	0.00	kN
Shear resistance - design value	V_{c,Rd}	371.66	kN

OK

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	102 di 201

AXIAL FORCE, SHEAR AND BENDING

Ratio between compression force and resistance	n	0.00	-
External nominal diameter	D	127.00	mm
Nominal thickness	T	8.00	mm
Coefficient	a_w	0.32	-
	V_{Ed}	<	$0.5 \cdot V_{c,Rd}$
Reduction factor	ρ	0	-
Reduced yield strength	$f_{y,red}$	355.00	-
Reduced bending moment resistance	$M_{N,Rd}$	38.36	kNm

7.5.2 Armatura del cordolo di collegamento dei micropali

Lo schema adottato nel calcolo delle sollecitazioni è quello di trave continua con passo appoggi costante pari a 2m. A favore di sicurezza il momento flettente è calcolato sulla campata terminale.

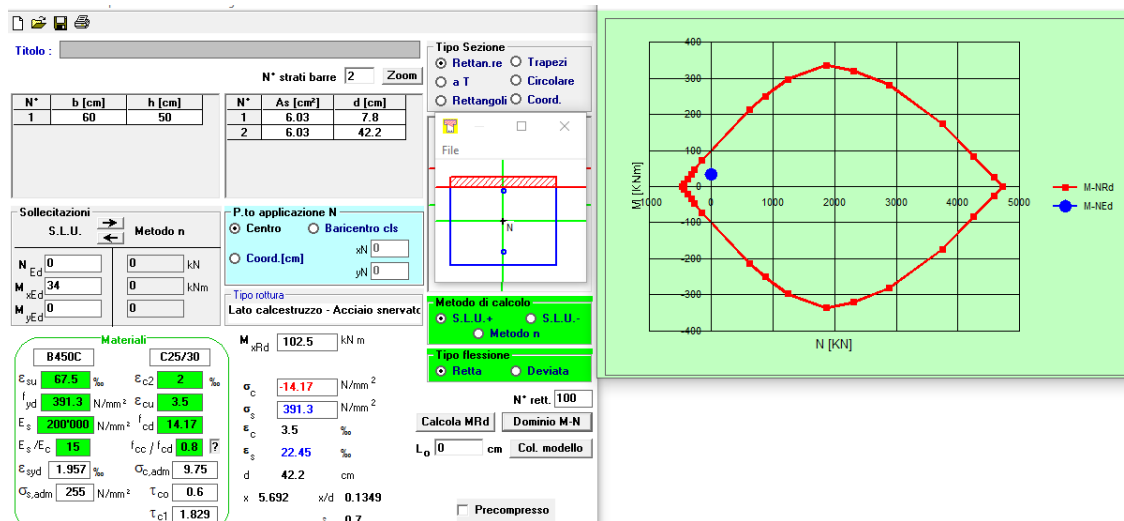
$$q = 17 \text{ kN/m}$$

$$M = q \cdot L^2 / 10 = 34 \text{ kNm}$$

$$V = q \cdot L / 2 = 17 \text{ kN}$$

Si riporta l'output del software VCA SLU per la verifica a flessione.

Si dispongono 3Ø16 longitudinali per lato (8Ø16 in tutto).



La verifica a taglio è svolta con un apposito foglio di calcolo.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	103 di 201

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 600$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 500$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 60$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 25$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 3 \text{ } \emptyset 16$	$= 6.03 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 440$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 14.17$ MPa	resist. di calcolo		6.03 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 17.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.674 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.379$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.002 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 94.8 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 100.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 100.1 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Si dispone comunque una armatura minima costituita da staffe $\emptyset 10/20$ cm.

7.5.3 Calcolo della capacità portante orizzontale

Per verificare che la fondazione sia in grado di sopportare il carico di progetto con un adeguato margine di sicurezza nei confronti dello stato limite, deve verificarsi:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d}$$

in cui

$F_{tr,d}$ è il carico orizzontale di progetto

$R_{tr,d}$ è la capacità portante orizzontale di progetto

Le verifiche sono state effettuate utilizzando i coefficienti parziali:

A : da applicare alle azioni permanenti, variabili e sismiche ($\gamma_{G1} - \gamma_{G2} - \gamma_Q$)

M : da applicare alle resistenze dei materiali

R : da applicare alle resistenze trasversali del terreno (γ_T)

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

L'azione di progetto applicata alla fondazione può esprimersi come

$$F_{tr,d} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q$$

mentre la resistenza di progetto è ricavata da quella caratteristico tramite il coefficiente parziale

$$R_{tr,d} = \frac{R_{tr,k}}{\gamma_T}$$

Il valore caratteristico deve essere determinato come:

$$R_{tr,k} = \min \left\{ \frac{(R_{tr,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{tr,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

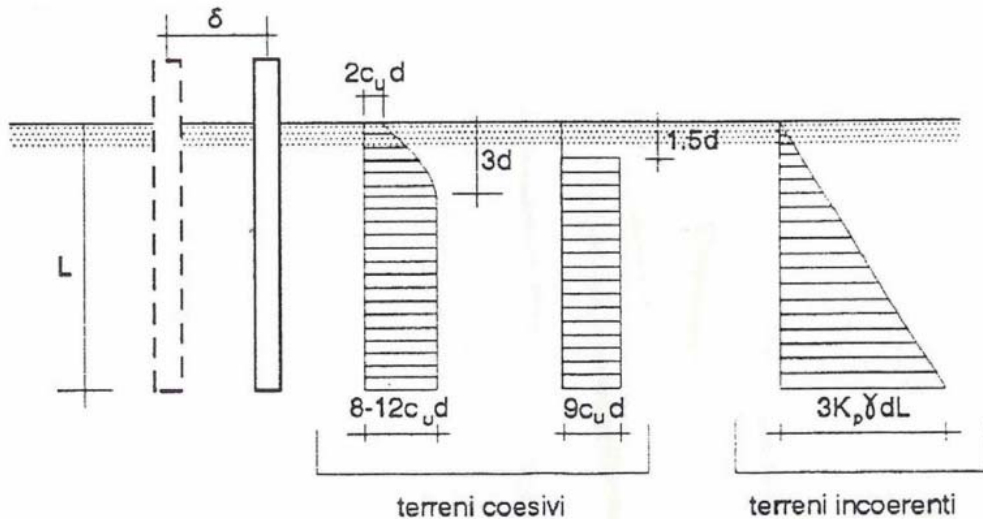
in cui i valori ξ_3, ξ_4 sono fattori che dipendono dal numero di verticali indagate.

Per la definizione delle portanze di calcolo è stata seguita la seguente metodologia.

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto ed il carico orizzontale occorrente per generare la plasticizzazione del palo.

Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto), mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidità non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio).

Sotto uno spostamento orizzontale, l'andamento delle pressioni sul terreno, lungo il palo, derivato teoricamente, è simile a quello riportato in figura 10 per terreni coesivi e incoerenti.



Palo soggetto ad uno spostamento: reazioni del terreno

Il problema è stato affrontato da Broms (1964) facendo le seguenti assunzioni:

- nel caso di terreni coesivi, il diagramma è assunto costante con la profondità a partire dalla quota $z = 1.5 d$ (d =diametro reso del palo);
- nel caso di terreni incoerenti la resistenza del terreno è variabile linearmente con la profondità z secondo la relazione:

$$p_u(z) = 3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d \cdot z$$

$$k_p = (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi') \quad \text{coefficiente di spinta passiva}$$

$$\gamma \quad \text{peso specifico del terreno}$$

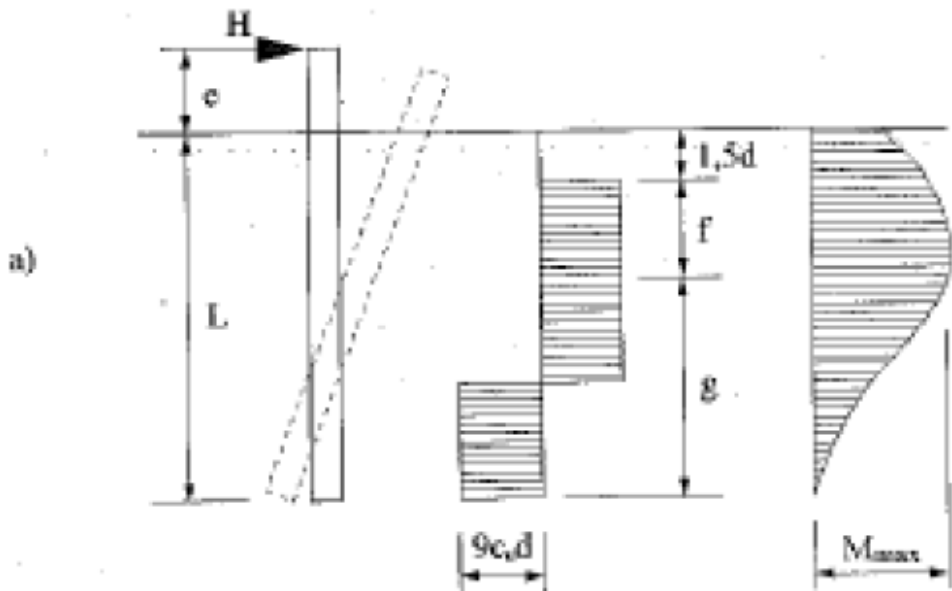
- terreno omogeneo e valutazione separata dei casi di rottura: rottura non drenata (terreno coesivo $c = c_u$ e $\phi' = 0$) o drenata (terreno incoerente $c = c_u$ e $\phi' \neq 0$);
- la forma della sezione trasversale del palo è ininfluente e il valore della pressione è determinato solo dalla dimensione $d = D_p$ (diametro reso del palo);
- il terreno presenta proprietà costanti con la profondità;

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	106 di 201

- il comportamento all'interfaccia palo/terreno è rigido perfettamente plastico, ovvero la resistenza del terreno si mobilita completamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento e rimane costante all'aumentare dello spostamento;
- il comportamento flessionale del palo è di tipo rigido perfettamente plastico, ovvero le rotazioni elastiche del palo sono trascurabili sino a quando il momento M non perviene al valore M_y (di plasticizzazione);
- quando $M=M_y$, si forma nella sezione una cerniera plastica.

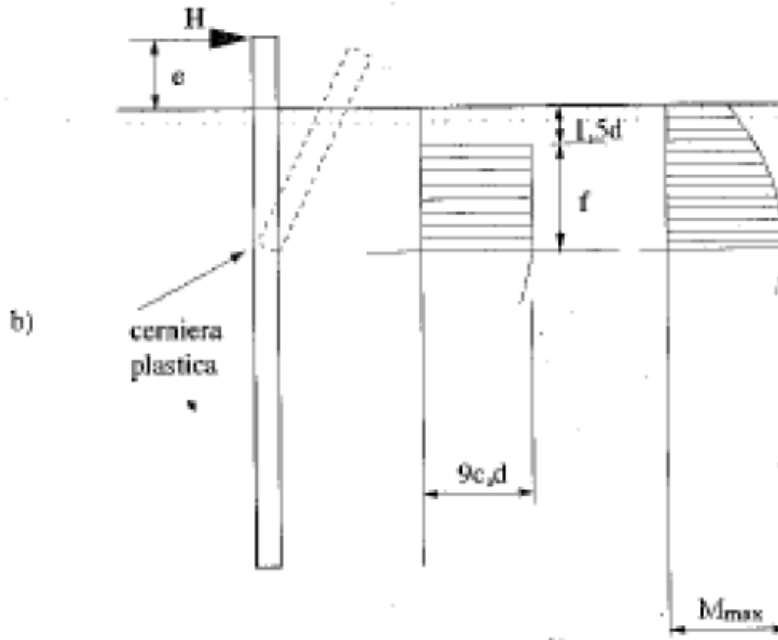
Nel caso di palo libero di ruotare in testa, la rottura può avvenire secondo uno dei due meccanismi rappresentati di seguito. Nel primo la rottura è provocata solo dalla rotazione rigida del palo; il valore limite H della forza orizzontale dipende solo dalla geometria del problema (valori di d , L ed e) e dalla resistenza del terreno. Il massimo momento flettente agente sul palo è inferiore al suo momento di plasticizzazione e pertanto la resistenza strutturale della sezione del palo, espressa dal valore M_y , non entra in gioco. In queste condizioni il palo viene definito "corto".



Qualora invece il momento flettente massimo uguagli o superi il valore di M_y , il meccanismo della rottura sarà quello indicato nella figura seguente, con formazione di una cerniera plastica ad una certa profondità. In tal caso il valore di H dipenderà, oltre che dalla geometria e dalla resistenza del terreno, anche da M_y .

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	107 di 201



Per terreni non coesivi la resistenza, nei due casi, è data da:

Palo corto:

$$H = \frac{d}{2(e+L)} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^3$$

Palo lungo:

(soluzione dell'equazione)

$$\frac{H}{k_p \gamma d^3} \left(\frac{e}{d} + 0.544 \sqrt{\frac{H}{k_p \gamma d^3}} \right) = \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}$$

La procedura di verifica è implementata nel seguente foglio di calcolo.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	108 di 201

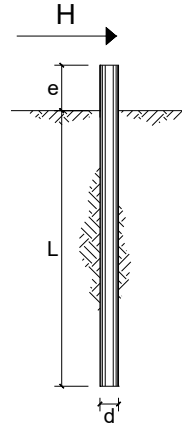
CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI LIBERI DI RUOTARE IN TESTA

OPERA:

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)

coefficienti parziali		A		M	R
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_{ϕ}	γ_T
		γ_G	γ_Q		
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Palo corto:

$$H = \frac{d}{2(e+L)} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^3$$

Palo lungo:
(soluzione dell'equazione)

$$\frac{H}{k_p \gamma d^3} \left(\frac{e}{d} + 0.544 \sqrt{\frac{H}{k_p \gamma d^3}} \right) = \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}$$

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo L = 5.00 (m)
 Diametro del palo d = 0.24 (m)
 Altezza della forza dal p.c. e = 0.00 (m)
 Momento di plasticizzazione della sezione My = 38.00 (kN m)
 Angolo di attrito del terreno ϕ'_{med} = 28.00 (°) ϕ'_{min} = 28.00 (°)
 Angolo di attrito di calcolo del terreno $\phi'_{med,d}$ = 28.00 (°) $\phi'_{min,d}$ = 28.00 (°)
 Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$) $k_{p,med}$ = 2.77 (-) $k_{p,min}$ = 2.77 (-)
 Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$) γ = 19.00 (kN/m³)
 Carico Assiale Permanente (G): G = 0 (kN)
 Carico Assiale variabile (Q): Q = 17 (kN)

Palo corto:

H1_{med} = 157.88 (kN) H1_{min} = 157.88 (kN)

Palo lungo:

H2_{med} = 39.50 (kN) H2_{min} = 39.50 (kN)


H_{med} = 39.50 (kN) palo lungo H_{min} = 39.50 (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 23.24$ (kN)

$H_d = H_k/\gamma_T = 17.87$ (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 17.00$ (kN)

$FS = H_d / F_d = 1.05$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

8 VERIFICHE DELL'INTERVENTO LATO NORD

8.1 Analisi di stabilità e calcolo delle sollecitazioni

L'analisi è effettuata tramite il codice di calcolo Max 14.00, prodotto da Aztec informatica. Nel seguito si riportano l'input e l'output del software in termini di teoria e metodi utilizzati, di coefficienti e combinazioni di carico adottate ed i risultati in termini di sollecitazioni e verifiche di stabilità.

8.2 Output del software di calcolo

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione p rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	110 di 201

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	111 di 201

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguito il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	112 di 201

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
 APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
 LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	113 di 201

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c,i} + q N_q d_{q,i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma,i}$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	114 di 201

$$K_p = \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_r = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_r = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
 APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
 LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	115 di 201

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	116 di 201

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	117 di 201

Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00
---------------------------	------------	------	------	------	------

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	118 di 201

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	119 di 201

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3.60 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.97 [m]
Inclinazione paramento esterno	10.60 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	1.00 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.57 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	120 di 201

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	Rck 250
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	250.0 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	306658.85 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588.0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	121 di 201

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	20.00	20.00	35.00	23.33	0.000	0.000
Terreno 2	19.00	19.00	28.00	18.67	0.000	0.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	122 di 201

Terreno

Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3.60	0.00	2.27	0.00	Terreno 1
2	1.00	0.00	1.43	0.00	Terreno 2

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	123 di 201

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Vento su parapetto)

C	Paramento	$X=-0.13$	$Y=0.00$	$F_x=1.7400$	$F_y=0.0000$	$M=1.0000$
---	-----------	-----------	----------	--------------	--------------	------------

Condizione n° 2 (Carico banchina)

D	Profilo	$X_i=0.10$	$X_f=5.00$	$Q_i=4.9034$	$Q_f=4.9034$
---	---------	------------	------------	--------------	--------------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	124 di 201

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

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

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	1.10	1.00	1.10

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

Combinazione n° 4 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	125 di 201

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Carico banchina	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 5 - 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	1.10	1.00	1.10
Vento su parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carico banchina	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 6 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Carico banchina	SFAV	1.30	0.75	0.98

Combinazione n° 7 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.50	0.60	0.90
Carico banchina	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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	1.10	1.00	1.10
Vento su parapetto	SFAV	1.50	0.60	0.90
Carico banchina	SFAV	1.50	1.00	1.50

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	126 di 201

Combinazione n° 9 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.30	0.60	0.78
Carico banchina	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - 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

Combinazione n° 11 - 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

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - 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

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	127 di 201

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	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

Combinazione n° 15 - 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

Combinazione n° 16 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - 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

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	128 di 201

Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento su parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - 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
Vento su parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - 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
Carico banchina	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento su parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
 APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
 LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	129 di 201

Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo 0.85

Coefficiente di sicurezza per la sezione 1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Molto aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure E.C. 2

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_r < 0.80 f_{yk}$

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

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

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

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	130 di 201

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1.44	--	2.88	--
2	EQU - [1]	--	--	9.08	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.35
4	A1-M1 - [2]	--	1.31	--	2.61	--
5	EQU - [2]	--	--	6.94	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.31
7	A1-M1 - [3]	--	1.31	--	2.55	--
8	EQU - [3]	--	--	7.17	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.29
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.19	--	2.67	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.22	--	2.56	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.92	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4.72	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.48
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.47
16	SLEQ - [1]	--	1.65	--	3.22	--
17	SLEF - [1]	--	1.65	--	3.22	--
18	SLEF - [1]	--	1.65	--	3.22	--
19	SLER - [1]	--	1.65	--	3.22	--
20	SLER - [1]	--	1.65	--	3.22	--



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	131 di 201

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	132 di 201

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.25 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 7.26$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 3.63$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
------------------------------	--------------------------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	133 di 201

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0
Lunghezza del muro	1.00 [m]
Peso muro	108.7803 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.32 Y=-2.98

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = -4.20
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	4.20 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	60.6074	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	56.1893	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.7162	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.01	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	134 di 201

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	108.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56.1893	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	239.4965	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	239.4965	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56.1893	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	245.9996	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.20	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-75.6563	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	690.3104	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.3209	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1.0458	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.73$	$i_q = 0.73$	$i_\gamma = 0.28$
Fattori profondità	$d_c = 1.06$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

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

$N'_c = 19.84$	$N'_q = 11.02$	$N'_\gamma = 3.21$
----------------	----------------	--------------------

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	135 di 201

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.88

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	136 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.18	1.3974	-0.0060	0.0945
3	0.36	2.9418	-0.0031	0.3781
4	0.54	4.6331	0.0402	0.8507
5	0.72	6.4713	0.1555	1.5124
6	0.90	8.4566	0.3743	2.3631
7	1.08	10.5888	0.7279	3.4029
8	1.26	12.8679	1.2480	4.6318
9	1.44	15.2940	1.9661	6.0497
10	1.62	17.8671	2.9135	7.6566
11	1.80	20.5871	4.1219	9.4526
12	1.98	23.4541	5.6227	11.4376
13	2.16	26.4681	7.4474	13.6117
14	2.34	29.6290	9.6275	15.9749
15	2.52	32.9368	12.1946	18.5271
16	2.70	36.3917	15.1800	21.2684
17	2.88	39.9934	18.6154	24.1987
18	3.06	43.7422	22.5322	27.3180
19	3.24	47.6379	26.9619	30.6264
20	3.42	51.6805	31.9359	34.1239
21	3.60	55.8702	37.4845	37.7802

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	137 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1058	1.9642
3	0.22	0.4410	4.1692
4	0.33	1.0319	6.6148
5	0.44	1.9050	9.3011
6	0.55	3.0869	12.2281
7	0.66	4.6040	15.3957
8	0.77	6.4828	18.8041
9	0.88	8.7498	22.4531
10	0.99	11.4313	26.3428
11	1.10	14.5540	30.4732

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	138 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.0759	-1.0865
3	0.30	-0.3483	-2.6205
4	0.45	-0.8844	-4.6020
5	0.60	-1.7513	-7.0311
6	0.75	-3.0161	-9.9078
7	0.90	-4.7460	-13.2320
8	1.05	-7.0081	-17.0038
9	1.20	-9.8695	-21.2232
10	1.35	-13.3974	-25.8901
11	1.50	-17.6589	-31.0045

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	51.2832	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	47.5448	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19.2214	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.01	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	108.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	47.5448	[kN]
--	---------	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	139 di 201

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	236.0017	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	62.1682	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	564.5853	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	236.0017	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47.5448	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.34	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	240.7432	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.39	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-80.7149	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.08
--	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	140 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

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]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.37 Y[m]= 0.69

Raggio del cerchio R[m]= 5.67

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.09

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.26

Larghezza della striscia dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	5.3447	75.33	5.1704	0.0145	29.26	0.00	0.00	---	---
2	13.5346	63.81	12.1446	0.0083	29.26	0.00	0.00	---	---

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	141 di 201

3	18.4644	56.12	15.3295	0.0066	29.26	0.00	0.00	---	---
4	22.2049	49.80	16.9588	0.0057	29.26	0.00	0.00	---	---
5	25.2231	44.22	17.5921	0.0051	29.26	0.00	0.00	---	---
6	27.6838	39.14	17.4759	0.0047	24.00	0.00	0.00	---	---
7	29.6783	34.41	16.7720	0.0044	23.04	0.00	0.00	---	---
8	32.0049	29.93	15.9708	0.0042	23.04	0.00	0.00	---	---
9	33.8146	25.65	14.6389	0.0041	23.04	0.00	0.00	---	---
10	34.9840	21.52	12.8334	0.0039	23.04	0.00	0.00	---	---
11	35.9326	17.50	10.8071	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
12	40.6053	13.57	9.5298	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
13	37.6477	9.71	6.3485	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
14	19.9461	5.89	2.0458	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
15	11.0066	2.09	0.4018	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
16	11.0158	-1.69	-0.3255	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
17	10.7639	-5.49	-1.0291	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
18	9.2648	-9.30	-1.4979	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
19	8.7360	-13.16	-1.9895	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
20	8.0163	-17.09	-2.3552	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
21	7.0948	-21.09	-2.5532	0.0039	23.04	0.00	0.00	---	---
22	5.9559	-25.21	-2.5369	0.0041	23.04	0.00	0.00	---	---
23	4.5783	-29.48	-2.2528	0.0042	23.04	0.00	0.00	---	---
24	2.9323	-33.93	-1.6367	0.0044	23.04	0.00	0.00	---	---
25	0.9751	-38.63	-0.6088	0.0047	23.04	0.00	0.00	---	---

$$\Sigma W_i = 457.4090 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 157.2340 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 206.5444 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.38$$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	142 di 201

COMBINAZIONE n° 4
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	66.5225	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	61.6504	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	24.9894	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.06	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.7229	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	2.61	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	64.2604	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	249.4926	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	249.4926	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	64.2604	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	257.6353	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-64.2697	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	651.8117	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.4040	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1.0198	[kg/cm ²]

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	143 di 201

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.70$	$i_q = 0.70$	$i_\gamma = 0.23$
Fattori profondità	$d_c = 1.06$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

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

$N'_c = 19.20$	$N'_q = 10.66$	$N'_\gamma = 2.70$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.61

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	144 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	1.5000	2.6100
2	0.18	1.3974	1.9688	2.7796
3	0.36	2.9418	2.4700	3.2427
4	0.54	4.6331	3.0481	3.9286
5	0.72	6.4713	3.7370	4.8094
6	0.90	8.4566	4.5691	5.8810
7	1.08	10.5888	5.5759	7.1425
8	1.26	12.8679	6.7891	8.5934
9	1.44	15.2940	8.2402	10.2336
10	1.62	17.8671	9.9608	12.0631
11	1.80	20.5871	11.9824	14.0816
12	1.98	23.4541	14.3365	16.2893
13	2.16	26.4681	17.0545	18.6861
14	2.34	29.6290	20.1681	21.2720
15	2.52	32.9368	23.7087	24.0469
16	2.70	36.3917	27.7077	27.0109
17	2.88	39.9934	32.1968	30.1640
18	3.06	43.7422	37.2074	33.5061
19	3.24	47.6379	42.7710	37.0373
20	3.42	51.6805	48.9191	40.7576
21	3.60	55.8702	55.6817	44.6366

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	145 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1544	2.8422
3	0.22	0.6328	5.8889
4	0.33	1.4575	9.1401
5	0.44	2.6511	12.5957
6	0.55	4.2361	16.2558
7	0.66	6.2349	20.1204
8	0.77	8.6701	24.1894
9	0.88	11.5641	28.4629
10	0.99	14.9394	32.9408
11	1.10	18.8185	37.6232

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	146 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.1650	-2.2631
3	0.30	-0.6979	-4.9063
4	0.45	-1.6559	-7.9298
5	0.60	-3.0959	-11.3334
6	0.75	-5.0749	-15.1173
7	0.90	-7.6501	-19.2813
8	1.05	-10.8783	-23.8255
9	1.20	-14.8167	-28.7500
10	1.35	-19.5223	-34.0546
11	1.50	-25.0245	-39.1878

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	57.1983	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	53.0059	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	21.4946	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.07	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.7229	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	2.61	[kN]
-------------------	------	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	147 di 201

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	55.6159	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	245.9978	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	85.6243	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	594.5165	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	245.9978	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	55.6159	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	252.2064	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-69.3283	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.94
--	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	148 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]
 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 [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.37 Y[m]= 0.69

Raggio del cerchio R[m]= 5.67

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.09

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.26

Larghezza della striscia dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	7.1333	75.33	6.9006	0.0145	29.26	0.00	0.00	---	---
2	15.3232	63.81	13.7495	0.0083	29.26	0.00	0.00	---	---

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord				NB1R	02	D 26	RI0005005	A	149 di 201
3	20.2530	56.12	16.8145	0.0066	29.26	0.00	0.00	---	---
4	23.9935	49.80	18.3249	0.0057	29.26	0.00	0.00	---	---
5	27.0117	44.22	18.8396	0.0051	29.26	0.00	0.00	---	---
6	29.4724	39.14	18.6050	0.0047	24.00	0.00	0.00	---	---
7	31.4669	34.41	17.7828	0.0044	23.04	0.00	0.00	---	---
8	33.7935	29.93	16.8634	0.0042	23.04	0.00	0.00	---	---
9	35.6032	25.65	15.4132	0.0041	23.04	0.00	0.00	---	---
10	36.7726	21.52	13.4895	0.0039	23.04	0.00	0.00	---	---
11	37.7212	17.50	11.3451	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
12	40.8221	13.57	9.5807	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
13	37.6477	9.71	6.3485	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
14	19.9461	5.89	2.0458	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
15	11.0066	2.09	0.4018	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
16	11.0158	-1.69	-0.3255	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
17	10.7639	-5.49	-1.0291	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
18	9.2648	-9.30	-1.4979	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
19	8.7360	-13.16	-1.9895	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
20	8.0163	-17.09	-2.3552	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
21	7.0948	-21.09	-2.5532	0.0039	23.04	0.00	0.00	---	---
22	5.9559	-25.21	-2.5369	0.0041	23.04	0.00	0.00	---	---
23	4.5783	-29.48	-2.2528	0.0042	23.04	0.00	0.00	---	---
24	2.9323	-33.93	-1.6367	0.0044	23.04	0.00	0.00	---	---
25	0.9751	-38.63	-0.6088	0.0047	23.04	0.00	0.00	---	---

$$\Sigma W_i = 477.3003 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 169.7192 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 216.2466 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.38$$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	150 di 201

COMBINAZIONE n° 7
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	68.4942	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	63.4708	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	25.7472	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.08	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	118.2971	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	1.57	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	65.0368	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	252.8247	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	252.8247	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	65.0368	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	261.0557	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-69.6130	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	645.1305	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.3879	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1.0549	[kg/cm ²]

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	151 di 201

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.24$
Fattori profondità	$d_c = 1.06$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

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

$N'_c = 19.21$	$N'_q = 10.67$	$N'_\gamma = 2.70$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.55

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	152 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.9000	1.5660
2	0.18	1.3974	1.1830	1.7637
3	0.36	2.9418	1.5063	2.2863
4	0.54	4.6331	1.9184	3.0426
5	0.72	6.4713	2.4544	3.9958
6	0.90	8.4566	3.1466	5.1407
7	1.08	10.5888	4.0268	6.4759
8	1.26	12.8679	5.1267	8.0007
9	1.44	15.2940	6.4778	9.7149
10	1.62	17.8671	8.1116	11.6184
11	1.80	20.5871	10.0598	13.7110
12	1.98	23.4541	12.3539	15.9929
13	2.16	26.4681	15.0252	18.4638
14	2.34	29.6290	18.1055	21.1239
15	2.52	32.9368	21.6261	23.9731
16	2.70	36.3917	25.6185	27.0113
17	2.88	39.9934	30.1144	30.2386
18	3.06	43.7422	35.1451	33.6550
19	3.24	47.6379	40.7421	37.2604
20	3.42	51.6805	46.9370	41.0549
21	3.60	55.8702	53.7599	45.0082

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	153 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1452	2.6772
3	0.22	0.5971	5.5758
4	0.33	1.3800	8.6959
5	0.44	2.5183	12.0375
6	0.55	4.0364	15.6005
7	0.66	5.9585	19.3849
8	0.77	8.3092	23.3909
9	0.88	11.1127	27.6183
10	0.99	14.3933	32.0671
11	1.10	18.1755	36.7374

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	154 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.1477	-2.0383
3	0.30	-0.6321	-4.4884
4	0.45	-1.5148	-7.3503
5	0.60	-2.8577	-10.6240
6	0.75	-4.7226	-14.3095
7	0.90	-7.1712	-18.4068
8	1.05	-10.2652	-22.9159
9	1.20	-14.0665	-27.8368
10	1.35	-18.6369	-33.1696
11	1.50	-24.0012	-38.1786

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	59.1700	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54.8263	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.2524	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.09	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	118.2971	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	1.57	[kN]
-------------------	------	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	155 di 201

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56.3923	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	249.3299	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	84.3042	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	604.4936	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	249.3299	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56.3923	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	255.6276	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-74.6716	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.17
--	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	156 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

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]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.37 Y[m]= 0.69

Raggio del cerchio R[m]= 5.67

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.09

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.26

Larghezza della striscia dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza C= 1.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	7.7295	75.33	7.4774	0.0145	29.26	0.00	0.00	---	---
2	15.9194	63.81	14.2845	0.0083	29.26	0.00	0.00	---	---

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	157 di 201

3	20.8492	56.12	17.3094	0.0066	29.26	0.00	0.00	---	---
4	24.5897	49.80	18.7802	0.0057	29.26	0.00	0.00	---	---
5	27.6079	44.22	19.2554	0.0051	29.26	0.00	0.00	---	---
6	30.0686	39.14	18.9814	0.0047	24.00	0.00	0.00	---	---
7	32.0631	34.41	18.1197	0.0044	23.04	0.00	0.00	---	---
8	34.3897	29.93	17.1609	0.0042	23.04	0.00	0.00	---	---
9	36.1994	25.65	15.6713	0.0041	23.04	0.00	0.00	---	---
10	37.3688	21.52	13.7082	0.0039	23.04	0.00	0.00	---	---
11	38.3174	17.50	11.5244	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
12	40.8943	13.57	9.5976	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
13	37.6477	9.71	6.3485	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
14	19.9461	5.89	2.0458	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
15	11.0066	2.09	0.4018	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
16	11.0158	-1.69	-0.3255	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
17	10.7639	-5.49	-1.0291	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
18	9.2648	-9.30	-1.4979	0.0037	23.04	0.00	0.00	---	---
19	8.7360	-13.16	-1.9895	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
20	8.0163	-17.09	-2.3552	0.0038	23.04	0.00	0.00	---	---
21	7.0948	-21.09	-2.5532	0.0039	23.04	0.00	0.00	---	---
22	5.9559	-25.21	-2.5369	0.0041	23.04	0.00	0.00	---	---
23	4.5783	-29.48	-2.2528	0.0042	23.04	0.00	0.00	---	---
24	2.9323	-33.93	-1.6367	0.0044	23.04	0.00	0.00	---	---
25	0.9751	-38.63	-0.6088	0.0047	23.04	0.00	0.00	---	---

$$\Sigma W_i = 483.9307 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 173.8809 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 219.4806 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.38$$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	158 di 201

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	46.6211	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	43.2225	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	17.4740	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.01	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Incremento sismico della spinta	6.2906	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.98	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	108.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	7.9007	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.9504	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.8440	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.9220	[kN]		
<i>Risultanti</i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	64.7993	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	228.7397	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	228.7397	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	64.7993	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]		
Risultante in fondazione	237.7410	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.82	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-42.8372	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	611.4454	[kN]		

Tensioni sul terreno

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	159 di 201

Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.4475	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.8579	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.19$
Fattori profondità	$d_c = 1.06$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

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

$N'_c = 18.51$	$N'_q = 10.28$	$N'_\gamma = 2.18$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.67

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	160 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.18	1.3974	0.0202	0.3802
3	0.36	2.9418	0.0978	0.9166
4	0.54	4.6331	0.2583	1.6090
5	0.72	6.4713	0.5274	2.4576
6	0.90	8.4566	0.9306	3.4622
7	1.08	10.5888	1.4935	4.6229
8	1.26	12.8679	2.2416	5.9398
9	1.44	15.2940	3.2005	7.4127
10	1.62	17.8671	4.3958	9.0417
11	1.80	20.5871	5.8530	10.8269
12	1.98	23.4541	7.5977	12.7681
13	2.16	26.4681	9.6555	14.8654
14	2.34	29.6290	12.0519	17.1188
15	2.52	32.9368	14.8125	19.5284
16	2.70	36.3917	17.9629	22.0940
17	2.88	39.9934	21.5286	24.8157
18	3.06	43.7422	25.5352	27.6935
19	3.24	47.6379	30.0083	30.7274
20	3.42	51.6805	34.9734	33.9174
21	3.60	55.8702	40.4549	37.2403

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	161 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1790	3.2770
3	0.22	0.7259	6.6902
4	0.33	1.6558	10.2397
5	0.44	2.9837	13.9255
6	0.55	4.7244	17.7476
7	0.66	6.8931	21.7059
8	0.77	9.5047	25.8005
9	0.88	12.5742	30.0314
10	0.99	16.1166	34.3986
11	1.10	20.1469	38.9020

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	162 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.0354	-0.5136
3	0.30	-0.1668	-1.2806
4	0.45	-0.4322	-2.3011
5	0.60	-0.8698	-3.5749
6	0.75	-1.5174	-5.1022
7	0.90	-2.4131	-6.8829
8	1.05	-3.5949	-8.9169
9	1.20	-5.1008	-11.2044
10	1.35	-6.9689	-13.7453
11	1.50	-9.2371	-16.5396

COMBINAZIONE n° 11
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	46.6211	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	43.2225	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	17.4740	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.01	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.6259	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.23	[°]		

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	163 di 201

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	108.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	7.9007	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.9504	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.8440	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.9220	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	67.8915	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	245.7345	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	245.7345	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	67.8915	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	254.9406	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-46.4829	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	629.1582	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.4785	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.9238	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.20$
Fattori profondità	$d_c = 1.06$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

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

$N'_c = 18.70$	$N'_q = 10.38$	$N'_\gamma = 2.31$
----------------	----------------	--------------------

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	164 di 201

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.56

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	165 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.18	1.3974	0.0295	0.4842
3	0.36	2.9418	0.1352	1.1245
4	0.54	4.6331	0.3425	1.9209
5	0.72	6.4713	0.6771	2.8734
6	0.90	8.4566	1.1645	3.9820
7	1.08	10.5888	1.8303	5.2466
8	1.26	12.8679	2.7001	6.6674
9	1.44	15.2940	3.7993	8.2443
10	1.62	17.8671	5.1536	9.9773
11	1.80	20.5871	6.7886	11.8664
12	1.98	23.4541	8.7298	13.9116
13	2.16	26.4681	11.0028	16.1128
14	2.34	29.6290	13.6331	18.4702
15	2.52	32.9368	16.6463	20.9837
16	2.70	36.3917	20.0680	23.6533
17	2.88	39.9934	23.9237	26.4789
18	3.06	43.7422	28.2390	29.4607
19	3.24	47.6379	33.0395	32.5986
20	3.42	51.6805	38.3508	35.8925
21	3.60	55.8702	44.1972	39.3193

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	166 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1976	3.6175
3	0.22	0.8013	7.3828
4	0.33	1.8272	11.2960
5	0.44	3.2918	15.3571
6	0.55	5.2112	19.5660
7	0.66	7.6018	23.9229
8	0.77	10.4797	28.4276
9	0.88	13.8613	33.0802
10	0.99	17.7627	37.8806
11	1.10	22.2004	42.8290

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 11

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	167 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.0369	0.4458
3	0.30	0.1200	0.6167
4	0.45	0.2081	0.5126
5	0.60	0.2600	0.1335
6	0.75	0.2344	-0.5206
7	0.90	0.0901	-1.4496
8	1.05	-0.2142	-2.6537
9	1.20	-0.7197	-4.1327
10	1.35	-1.4678	-5.8866
11	1.50	-2.4995	-7.9156

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	46.6211	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	43.2225	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	17.4740	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.01	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Incremento sismico della spinta	10.0252	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	108.0000	[kN]		

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	168 di 201

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	11.8511	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.9255	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11.7661	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.8830	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	76.1340	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	226.2032	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	145.6901	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	571.7689	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	226.2032	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	76.1340	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]		
Risultante in fondazione	238.6719	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.60	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21.8851	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.92			
--	------	--	--	--

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	46.6211	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	43.2225	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	17.4740	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22.01	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	169 di 201

Incremento sismico della spinta	14.9209	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.11	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49.42	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	108.0000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.80	[m]	
Inerzia del muro	11.8511	[kN]			
Inerzia verticale del muro	5.9255	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11.7661	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.8830	[kN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	80.6729	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	251.6553	[kN]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	128.1762	[kNm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	605.3391	[kNm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	251.6553	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	80.6729	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.11	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]			
Risultante in fondazione	264.2698	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.77	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-27.4898	[kNm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.72
--	------

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	170 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 14

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]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.37 Y[m]= 1.37

Raggio del cerchio R[m]= 6.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.75

Larghezza della striscia dx[m]= 0.40

Coefficiente di sicurezza C= 1.48

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	4.7032	71.37	4.4568	0.0122	35.00	0.00	0.00	---	---
2	12.3981	62.08	10.9550	0.0083	35.00	0.00	0.00	---	---

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	171 di 201

3	17.6550	55.01	14.4645	0.0068	35.00	0.00	0.00	---	---
4	21.7478	49.06	16.4280	0.0060	35.00	0.00	0.00	---	---
5	25.0935	43.76	17.3555	0.0054	35.00	0.00	0.00	---	---
6	27.8884	38.90	17.5126	0.0050	33.63	0.00	0.00	---	---
7	30.1744	34.35	17.0279	0.0047	28.00	0.00	0.00	---	---
8	32.0751	30.05	16.0601	0.0045	28.00	0.00	0.00	---	---
9	34.6097	25.92	15.1281	0.0043	28.00	0.00	0.00	---	---
10	36.1408	21.93	13.4993	0.0042	28.00	0.00	0.00	---	---
11	37.2444	18.06	11.5435	0.0041	28.00	0.00	0.00	---	---
12	38.5805	14.26	9.5049	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
13	44.5957	10.53	8.1520	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
14	29.1584	6.85	3.4765	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
15	12.5418	3.19	0.6981	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
16	11.0986	-0.45	-0.0877	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
17	10.9788	-4.10	-0.7846	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
18	9.5335	-7.76	-1.2873	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
19	8.8372	-11.46	-1.7551	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
20	8.1229	-15.20	-2.1296	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
21	7.1948	-19.01	-2.3437	0.0041	28.00	0.00	0.00	---	---
22	6.0393	-22.91	-2.3513	0.0042	28.00	0.00	0.00	---	---
23	4.6376	-26.93	-2.1005	0.0044	28.00	0.00	0.00	---	---
24	2.9640	-31.10	-1.5310	0.0046	28.00	0.00	0.00	---	---
25	0.9828	-35.46	-0.5701	0.0048	28.00	0.00	0.00	---	---

$$\Sigma W_i = 474.9962 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 161.3222 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 270.0277 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.31$$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	172 di 201

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 15

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]
 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 [kg/cmq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.37 Y[m]= 1.37

Raggio del cerchio R[m]= 6.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.75

Larghezza della striscia dx[m]= 0.40

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	4.7032	71.37	4.4568	0.0122	35.00	0.00	0.00	---	---
2	12.3981	62.08	10.9550	0.0083	35.00	0.00	0.00	---	---

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	173 di 201

3	17.6550	55.01	14.4645	0.0068	35.00	0.00	0.00	---	---
4	21.7478	49.06	16.4280	0.0060	35.00	0.00	0.00	---	---
5	25.0935	43.76	17.3555	0.0054	35.00	0.00	0.00	---	---
6	27.8884	38.90	17.5126	0.0050	33.63	0.00	0.00	---	---
7	30.1744	34.35	17.0279	0.0047	28.00	0.00	0.00	---	---
8	32.0751	30.05	16.0601	0.0045	28.00	0.00	0.00	---	---
9	34.6097	25.92	15.1281	0.0043	28.00	0.00	0.00	---	---
10	36.1408	21.93	13.4993	0.0042	28.00	0.00	0.00	---	---
11	37.2444	18.06	11.5435	0.0041	28.00	0.00	0.00	---	---
12	38.5805	14.26	9.5049	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
13	44.5957	10.53	8.1520	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
14	29.1584	6.85	3.4765	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
15	12.5418	3.19	0.6981	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
16	11.0986	-0.45	-0.0877	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
17	10.9788	-4.10	-0.7846	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
18	9.5335	-7.76	-1.2873	0.0039	28.00	0.00	0.00	---	---
19	8.8372	-11.46	-1.7551	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
20	8.1229	-15.20	-2.1296	0.0040	28.00	0.00	0.00	---	---
21	7.1948	-19.01	-2.3437	0.0041	28.00	0.00	0.00	---	---
22	6.0393	-22.91	-2.3513	0.0042	28.00	0.00	0.00	---	---
23	4.6376	-26.93	-2.1005	0.0044	28.00	0.00	0.00	---	---
24	2.9640	-31.10	-1.5310	0.0046	28.00	0.00	0.00	---	---
25	0.9828	-35.46	-0.5701	0.0048	28.00	0.00	0.00	---	---

$$\Sigma W_i = 474.9962 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 161.3222 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 270.0277 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.31$$

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	174 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	1.0000	1.7400
2	0.18	1.3974	1.3105	1.8805
3	0.36	2.9418	1.6429	2.2581
4	0.54	4.6331	2.0324	2.8110
5	0.72	6.4713	2.5050	3.5145
6	0.90	8.4566	3.0847	4.3651
7	1.08	10.5888	3.7955	5.3620
8	1.26	12.8679	4.6611	6.5046
9	1.44	15.2940	5.7052	7.7929
10	1.62	17.8671	6.9515	9.2267
11	1.80	20.5871	8.4237	10.8061
12	1.98	23.4541	10.1453	12.5309
13	2.16	26.4681	12.1402	14.4012
14	2.34	29.6290	14.4318	16.4170
15	2.52	32.9368	17.0439	18.5782
16	2.70	36.3917	20.0001	20.8848
17	2.88	39.9934	23.3240	23.3369
18	3.06	43.7422	27.0393	25.9344
19	3.24	47.6379	31.1697	28.6774
20	3.42	51.6805	35.7388	31.5658
21	3.60	55.8702	40.7692	34.5763

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	175 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1113	2.0646
3	0.22	0.4631	4.3706
4	0.33	1.0817	6.9180
5	0.44	1.9939	9.7069
6	0.55	3.2261	12.7372
7	0.66	4.8049	16.0089
8	0.77	6.7569	19.5221
9	0.88	9.1086	23.2767
10	0.99	11.8866	27.2728
11	1.10	15.1175	31.5103

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	176 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.1246	1.5869
3	0.30	0.4536	2.7248
4	0.45	0.9196	3.4138
5	0.60	1.4553	3.6538
6	0.75	1.9933	3.4449
7	0.90	2.4663	2.7870
8	1.05	2.8070	1.6802
9	1.20	2.9479	0.1244
10	1.35	2.8219	-1.8803
11	1.50	2.3859	-3.8436

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	177 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	1.0000	1.7400
2	0.18	1.3974	1.3105	1.8805
3	0.36	2.9418	1.6429	2.2581
4	0.54	4.6331	2.0324	2.8110
5	0.72	6.4713	2.5050	3.5145
6	0.90	8.4566	3.0847	4.3651
7	1.08	10.5888	3.7955	5.3620
8	1.26	12.8679	4.6611	6.5046
9	1.44	15.2940	5.7052	7.7929
10	1.62	17.8671	6.9515	9.2267
11	1.80	20.5871	8.4237	10.8061
12	1.98	23.4541	10.1453	12.5309
13	2.16	26.4681	12.1402	14.4012
14	2.34	29.6290	14.4318	16.4170
15	2.52	32.9368	17.0439	18.5782
16	2.70	36.3917	20.0001	20.8848
17	2.88	39.9934	23.3240	23.3369
18	3.06	43.7422	27.0393	25.9344
19	3.24	47.6379	31.1697	28.6774
20	3.42	51.6805	35.7388	31.5658
21	3.60	55.8702	40.7692	34.5763

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	178 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1113	2.0646
3	0.22	0.4631	4.3706
4	0.33	1.0817	6.9180
5	0.44	1.9939	9.7069
6	0.55	3.2261	12.7372
7	0.66	4.8049	16.0089
8	0.77	6.7569	19.5221
9	0.88	9.1086	23.2767
10	0.99	11.8866	27.2728
11	1.10	15.1175	31.5103

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	179 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.1246	1.5869
3	0.30	0.4536	2.7248
4	0.45	0.9196	3.4138
5	0.60	1.4553	3.6538
6	0.75	1.9933	3.4449
7	0.90	2.4663	2.7870
8	1.05	2.8070	1.6802
9	1.20	2.9479	0.1244
10	1.35	2.8219	-1.8803
11	1.50	2.3859	-3.8436

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	180 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	1.0000	1.7400
2	0.18	1.3974	1.3105	1.8805
3	0.36	2.9418	1.6429	2.2581
4	0.54	4.6331	2.0324	2.8110
5	0.72	6.4713	2.5050	3.5145
6	0.90	8.4566	3.0847	4.3651
7	1.08	10.5888	3.7955	5.3620
8	1.26	12.8679	4.6611	6.5046
9	1.44	15.2940	5.7052	7.7929
10	1.62	17.8671	6.9515	9.2267
11	1.80	20.5871	8.4237	10.8061
12	1.98	23.4541	10.1453	12.5309
13	2.16	26.4681	12.1402	14.4012
14	2.34	29.6290	14.4318	16.4170
15	2.52	32.9368	17.0439	18.5782
16	2.70	36.3917	20.0001	20.8848
17	2.88	39.9934	23.3240	23.3369
18	3.06	43.7422	27.0393	25.9344
19	3.24	47.6379	31.1697	28.6774
20	3.42	51.6805	35.7388	31.5658
21	3.60	55.8702	40.7692	34.5763

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	181 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1113	2.0646
3	0.22	0.4631	4.3706
4	0.33	1.0817	6.9180
5	0.44	1.9939	9.7069
6	0.55	3.2261	12.7372
7	0.66	4.8049	16.0089
8	0.77	6.7569	19.5221
9	0.88	9.1086	23.2767
10	0.99	11.8866	27.2728
11	1.10	15.1175	31.5103

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 18

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	182 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.1246	1.5869
3	0.30	0.4536	2.7248
4	0.45	0.9196	3.4138
5	0.60	1.4553	3.6538
6	0.75	1.9933	3.4449
7	0.90	2.4663	2.7870
8	1.05	2.8070	1.6802
9	1.20	2.9479	0.1244
10	1.35	2.8219	-1.8803
11	1.50	2.3859	-3.8436

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	183 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	1.0000	1.7400
2	0.18	1.3974	1.3105	1.8805
3	0.36	2.9418	1.6429	2.2581
4	0.54	4.6331	2.0324	2.8110
5	0.72	6.4713	2.5050	3.5145
6	0.90	8.4566	3.0847	4.3651
7	1.08	10.5888	3.7955	5.3620
8	1.26	12.8679	4.6611	6.5046
9	1.44	15.2940	5.7052	7.7929
10	1.62	17.8671	6.9515	9.2267
11	1.80	20.5871	8.4237	10.8061
12	1.98	23.4541	10.1453	12.5309
13	2.16	26.4681	12.1402	14.4012
14	2.34	29.6290	14.4318	16.4170
15	2.52	32.9368	17.0439	18.5782
16	2.70	36.3917	20.0001	20.8848
17	2.88	39.9934	23.3240	23.3369
18	3.06	43.7422	27.0393	25.9344
19	3.24	47.6379	31.1697	28.6774
20	3.42	51.6805	35.7388	31.5658
21	3.60	55.8702	40.7692	34.5763

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	184 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1113	2.0646
3	0.22	0.4631	4.3706
4	0.33	1.0817	6.9180
5	0.44	1.9939	9.7069
6	0.55	3.2261	12.7372
7	0.66	4.8049	16.0089
8	0.77	6.7569	19.5221
9	0.88	9.1086	23.2767
10	0.99	11.8866	27.2728
11	1.10	15.1175	31.5103

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 19

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	185 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.1246	1.5869
3	0.30	0.4536	2.7248
4	0.45	0.9196	3.4138
5	0.60	1.4553	3.6538
6	0.75	1.9933	3.4449
7	0.90	2.4663	2.7870
8	1.05	2.8070	1.6802
9	1.20	2.9479	0.1244
10	1.35	2.8219	-1.8803
11	1.50	2.3859	-3.8436

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	186 di 201

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 20

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	1.0000	1.7400
2	0.18	1.3974	1.3105	1.8805
3	0.36	2.9418	1.6429	2.2581
4	0.54	4.6331	2.0324	2.8110
5	0.72	6.4713	2.5050	3.5145
6	0.90	8.4566	3.0847	4.3651
7	1.08	10.5888	3.7955	5.3620
8	1.26	12.8679	4.6611	6.5046
9	1.44	15.2940	5.7052	7.7929
10	1.62	17.8671	6.9515	9.2267
11	1.80	20.5871	8.4237	10.8061
12	1.98	23.4541	10.1453	12.5309
13	2.16	26.4681	12.1402	14.4012
14	2.34	29.6290	14.4318	16.4170
15	2.52	32.9368	17.0439	18.5782
16	2.70	36.3917	20.0001	20.8848
17	2.88	39.9934	23.3240	23.3369
18	3.06	43.7422	27.0393	25.9344
19	3.24	47.6379	31.1697	28.6774
20	3.42	51.6805	35.7388	31.5658
21	3.60	55.8702	40.7692	34.5763

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	187 di 201

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 20

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.11	0.1113	2.0646
3	0.22	0.4631	4.3706
4	0.33	1.0817	6.9180
5	0.44	1.9939	9.7069
6	0.55	3.2261	12.7372
7	0.66	4.8049	16.0089
8	0.77	6.7569	19.5221
9	0.88	9.1086	23.2767
10	0.99	11.8866	27.2728
11	1.10	15.1175	31.5103

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 20

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	188 di 201

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.1246	1.5869
3	0.30	0.4536	2.7248
4	0.45	0.9196	3.4138
5	0.60	1.4553	3.6538
6	0.75	1.9933	3.4449
7	0.90	2.4663	2.7870
8	1.05	2.8070	1.6802
9	1.20	2.9479	0.1244
10	1.35	2.8219	-1.8803
11	1.50	2.3859	-3.8436

Si riportano di seguito i diagrammi di involuppo delle principali sollecitazioni di calcolo sul paramento e sulla fondazione.

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	189 di 201

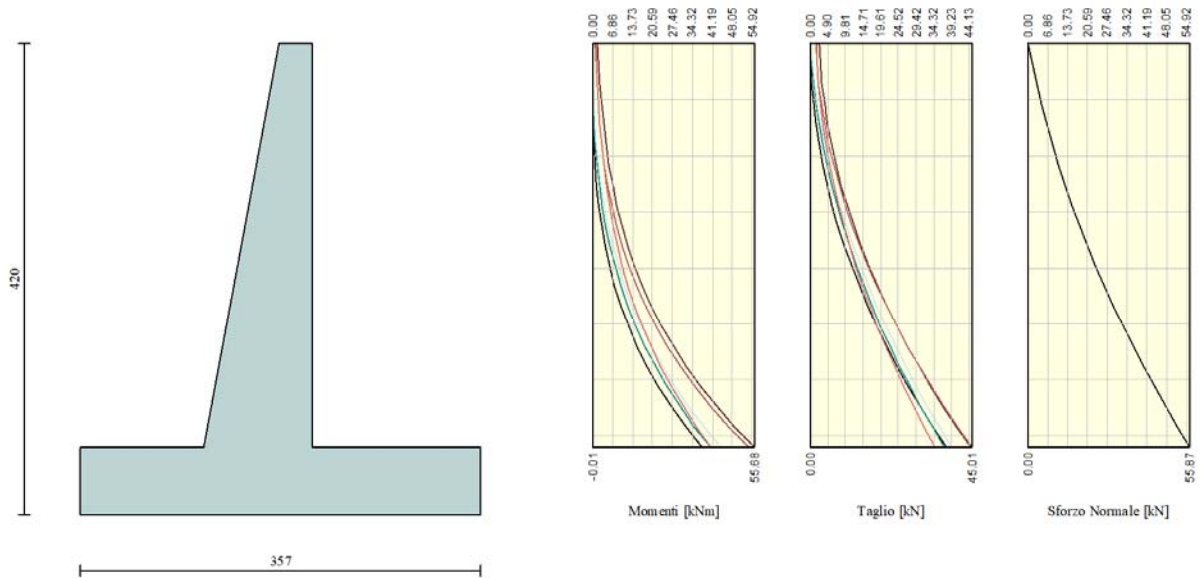


Figura 8-1 – Diagrammi delle sollecitazioni sul paramento

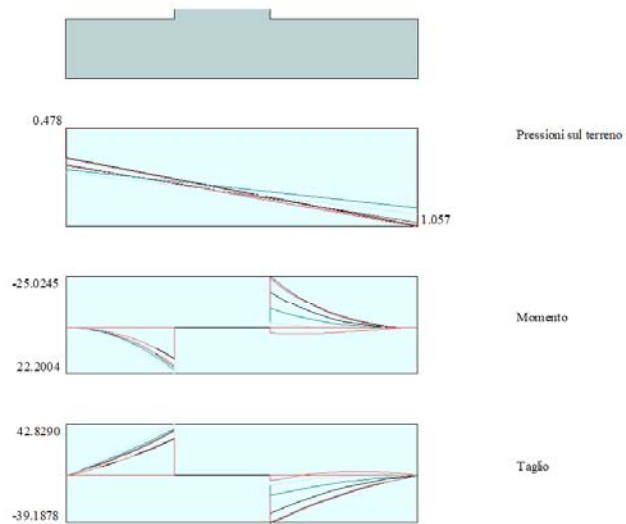


Figura 8-2 – Diagrammi delle sollecitazioni sul plinto di fondazione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO Barriere antirumore e muri di recinzione Stazione Bergamo Ospedale					
	Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio barriera H=4m sopra PF Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord	COMMESSA NB1R	LOTTO 02	CODIFICA D 26	DOCUMENTO RI0005005	REV. A

8.3 Verifica del muro lato nord

Le verifiche agli SLU e SLE delle armature esistenti sono condotte automaticamente tramite il software RC-sec. Per quanto riguarda le verifiche SLE, si impone che il limite di apertura delle fessure sia pari a 0.2mm in condizioni SLE rare, come da MdP RFI, mentre i limiti tensionali in condizione SLE rara e SLE quasi permanente sono i seguenti:

$$\sigma_c < \sigma_{c,max} = 0,55 * f_{ck} = 13.70 \text{ MPa} \quad \text{per la combinazione rara}$$

$$\sigma_c < \sigma_{c,max} = 0,4 * f_{ck} = 9.96 \text{ MPa} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

Inoltre per la combinazione rara la massima tensione di trazione sull'acciaio deve risultare:

$$\sigma_s < \sigma_{s,max} = 0,75 * f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

8.3.1 Verifica del paramento

Si considerano, a favore di sicurezza, le seguenti armature:

Lato terreno: $\varnothing 16/20\text{cm}$

Lato esterno: $\varnothing 14/20\text{cm}$

Armatura a taglio: $9\varnothing 8/\text{m}^2$

Si verificano le sezioni di base e in sommità del muro.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Base paramento

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	191 di 201

Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	33642.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Billineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	97.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	56.00	45.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	41.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	192 di 201

1 0.00 41.00 (517.58)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.9 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0.00	56.00	0.08	361.38	6.453	92.6	0.05	0.70 17.7 (16.2)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00343	97.0	-0.00175	90.4	-0.06750	6.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 30.0 cm
 N.Bracci staffe: 3

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
--------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	193 di 201

1 S 45.00 325.04 2638.60 400.07 100.0| 90.4 2.500 1.000 0.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.61	97.0	0.00	82.4	-47.7	90.4	16.5	1650	10.1	21.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00026	0.00005	0.50	0.60	0.000143 (0.000143)	644	0.092 (990.00)	517.58

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.61	97.0	0.00	82.4	-47.7	90.4	16.5	1650	10.1	21.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00026	0.00005	0.50	0.40	0.000143 (0.000143)	644	0.092 (0.20)	517.58

8.3.2 Verifica del plinto

Si considerano le seguenti armature:



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	194 di 201

Armature inferiori e superiori: $\varnothing 16/20\text{cm}$

Armatura a taglio: $9\varnothing 8/\text{m}^2$

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Plinto

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C20/25
	Resistenza compress. di progetto fcd:	11.33 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	5.665 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	29960.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.210 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	9.000 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1*\beta 2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1*\beta 2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5 $\varnothing 16$	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5 $\varnothing 16$	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	195 di 201

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	22.00	43.00	0.00
2	0.00	-25.00	39.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	15.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	15.00 (143.75)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb.	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	22.00	-0.25	204.56	9.298	53.9	0.12	0.70	20.1 (6.8)
2	S	0.00	-25.00	-0.25	-204.56	8.182	6.1	0.12	0.70	20.1 (6.8)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	196 di 201

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00084	52.4	-0.02643	7.6
2	0.00350	0.0	-0.00084	7.6	-0.02643	52.4

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 30.0 cm
N.Bracci staffe: 3
Area staffe/m : 5.0 cm²/m

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	43.00	200.65	921.26	231.90	100.0 52.4	2.500	1.000	0.9
2	S	39.00	200.65	921.26	231.90	100.0 52.4	2.500	1.000	0.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.53	60.0	0.00	49.2	-30.8	52.4	16.4	1641	10.1	21.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; $=-(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
 APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
 LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	197 di 201

wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00018	0.00004	0.50	0.60	0.000092 (0.000092)	675	0.062 (990.00)	143.75

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.53	60.0	0.00	49.2	-30.8	52.4	16.4	1641	10.1	21.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00018	0.00004	0.50	0.40	0.000092 (0.000092)	675	0.062 (0.20)	143.75

8.3.3 Verifica del parapetto

Si considerano le seguenti armature:

Armature interne ed esterne: $\phi 12/20\text{cm}$

Armatura a taglio: $2\phi 8/20\text{cm}$

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Sommità paramento

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33642.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	198 di 201

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	38.0	cm
Barre inferiori:	5Ø12	(5.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø12	(5.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	6.30	7.50	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	2.50

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	2.50 (78.86)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.6	cm

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	199 di 201

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	6.30	-0.22	78.67	12.487	35.1	0.09	0.70	11.3 (5.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	38.0	-0.00448	31.4	-0.03444	6.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 N.Bracci staffe: 3
 Area staffe/m : 7.5 cm²/m

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	7.50	154.93	916.51	208.44	100.0 31.4	2.500	1.000	0.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
 Barriere antirumore e muri di recinzione
 Stazione Bergamo Ospedale

Verifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
 barriera H=4m sopra PF
 Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	200 di 201

Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.26	38.0	0.00	31.5	-15.1	31.4	10.5	1050	5.7	21.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00010	0.00002	0.50	0.60	0.000045 (0.000045)	583	0.026 (990.00)	78.86

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.26	38.0	0.00	31.5	-15.1	31.4	10.5	1050	5.7	21.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00010	0.00002	0.50	0.40	0.000045 (0.000045)	583	0.026 (0.20)	78.86

9 STIMA DELLE INCIDENZE

Si stimano le seguenti incidenze di armatura per unità di volume:

Intervento lato sud:

- Micropali 25kg/m

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO**
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA
LINEA DA CURNO A BERGAMO
Barriere antirumore e muri di recinzione
Stazione Bergamo OspedaleVerifica muro di recinzione esistente per ancoraggio
barriera H=4m sopra PF
Verifica nuovo muro di recinzione lato Nord

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 26	RI0005005	A	201 di 201

- Cordolo di collegamento micropali 60kg/m³
- Parapetto 150kg/m³

Intervento lato nord:

- Plinto 80kg/m
- Paramento 80kg/m³
- Parapetto 100kg/m³