

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. INFRASTRUTTURE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO**

**LOTTO 9: Opere Civili e Impianti Tecnologici di Piazzale per il completamento del raddoppio della linea Ponte SP – Bergamo e per lo spostamento provvisorio della linea Treviglio - Bergamo.**

**BARRIERE ANTIRUMORE**

**BA 03 P H5**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

N B 1 R 0 9 D 2 6 C L R I 0 0 0 5 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G. Grimaldi	Febbraio 2021	A. Maran	Febbraio 2021	M. Berlingieri	Febbraio 2021	A. Perego Febbraio 2021



File: NB1R09D26CLRI0005002A.doc

n. Elab.:

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	2 di 81

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
2.1	QUADRO NORMATIVO.....	7
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	9
3.1	MATERIALI STRUTTURALI .....	9
3.2	PARAMETRI DEL TERRENO.....	9
4	PROCEDIMENTO DI CALCOLO.....	11
4.1	TIPO DI ANALISI SVOLTA.....	11
4.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	20
4.3	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE .....	20
5	ANALISI DEI CARICHI .....	21
5.1	ANALISI DEI CARICHI DELLA BARRIERA .....	21
5.1.1	<i>Peso proprio</i> .....	21
5.1.2	<i>Azione del vento</i> .....	22
5.1.3	<i>Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario</i> .....	27
5.2	SOVRACCARICO DOVUTO AL BALLAST.....	29
5.3	TRENI DI CARICO .....	30
5.4	AZIONE SISMICA .....	30
6	COMBINAZIONI DI CARICO .....	37
6.1	COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU).....	38
6.2	COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) .....	38
6.3	COMBINAZIONI DI CARICO SISMICHE .....	38
6.4	RIEPILOGO COEFFICIENTI.....	39
7	MODELLO DI CALCOLO.....	40



**PROGETTO DEFINITIVO  
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO  
LOTTO 9  
BARRIERE ANTIRUMORE**

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	3 di 81

8 VERIFICA SEZIONI DEL PARAMENTO E DELLA FONDAZIONE IN C.A. ....71

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	4 di 81

## 1 PREMESSA

La presente relazione intende descrivere i criteri e le scelte progettuali adottate nel presente progetto definitivo per la realizzazione di barriere antirumore nel comune di Bergamo.

Tale lavoro si individua nell'ambito del progetto del prolungamento del raddoppio della linea ferroviaria S.Pietro – Bergamo - Montello.

In particolare, lo scopo della presente relazione sono i calcoli relativi all'opera di sostegno esistente per il posizionamento delle barriere ML per il tratto BA-P-03, il quale si estende per uno sviluppo di circa 66.00m. Visto che, il piano di mitigazione acustica richiede un'altezza della barriera pari a 5.00 m da p.f., è stata prevista una struttura metallica leggera costituita da montanti HEB 220 e pannelli fonoassorbenti ancorati al cordolo di testa del muro esistente, come indicato in Figura 1.

Per quanto riguarda la verifica dei muri di sostegno esistenti è stata considerata la sezione denominata tipo C, come da elaborati di riferimento delle carpenterie ed armature del progetto esistente (progetto costruttivo RFI, 2004).

In questo tratto, pur non essendo necessario in base agli esiti delle verifiche, alla luce di alcune incertezze sulle effettive sezioni dei muri esistenti, sono stati previsti interventi di rinforzo degli stessi mediante inserimento di micropali inclinati collegati al paramento del muro al fine di assorbire le forze orizzontali. Tale intervento non viene considerato, cautelativamente, nelle verifiche di stabilità del muro.

Si procede inoltre a un intervento di demolizione e ricostruzione dei cordoli previa ripresa dei ferri verticali del paramento, in quanto la resistenza dei cordoli esistenti non è sufficiente ai fini dell'installazione della barriera antirumore.

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	5 di 81

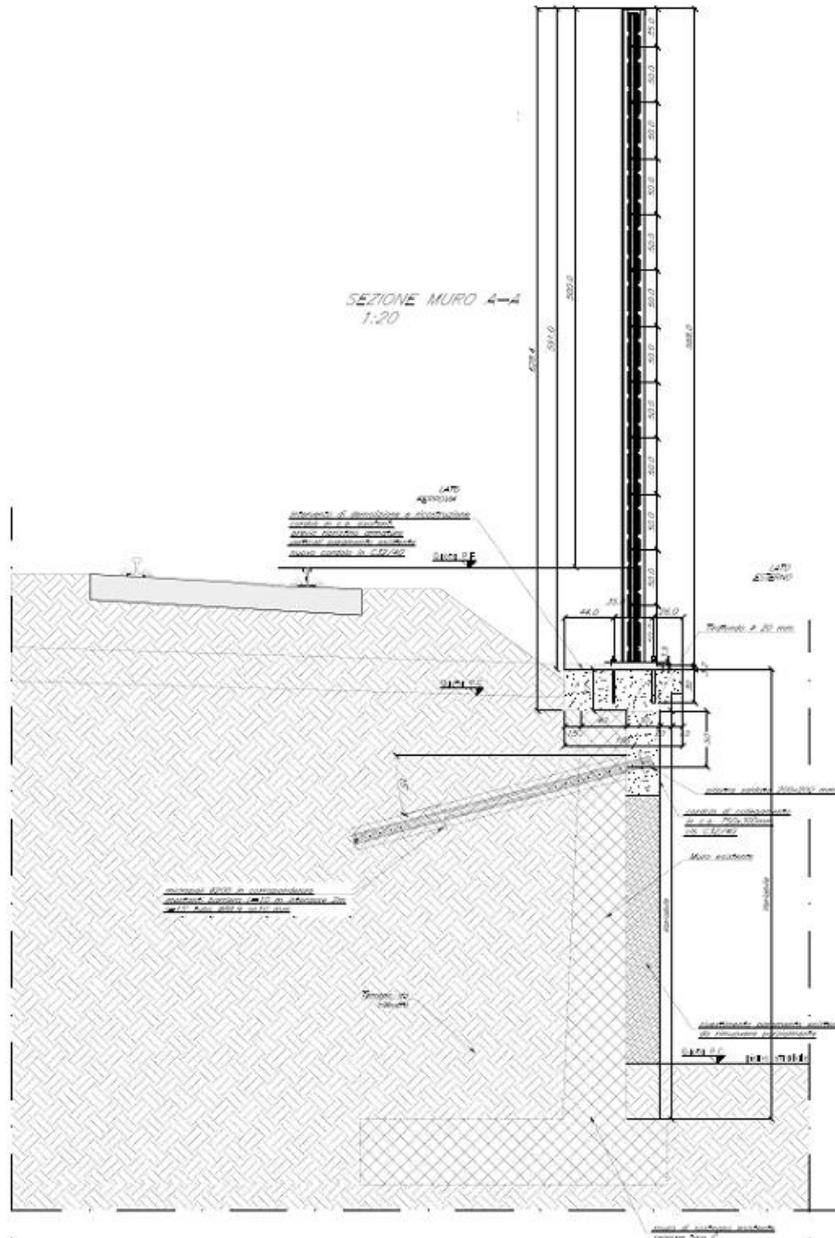


Figura 1 – Sezione barriera ML-1 ancorata alla testa del muro esistente

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	6 di 81

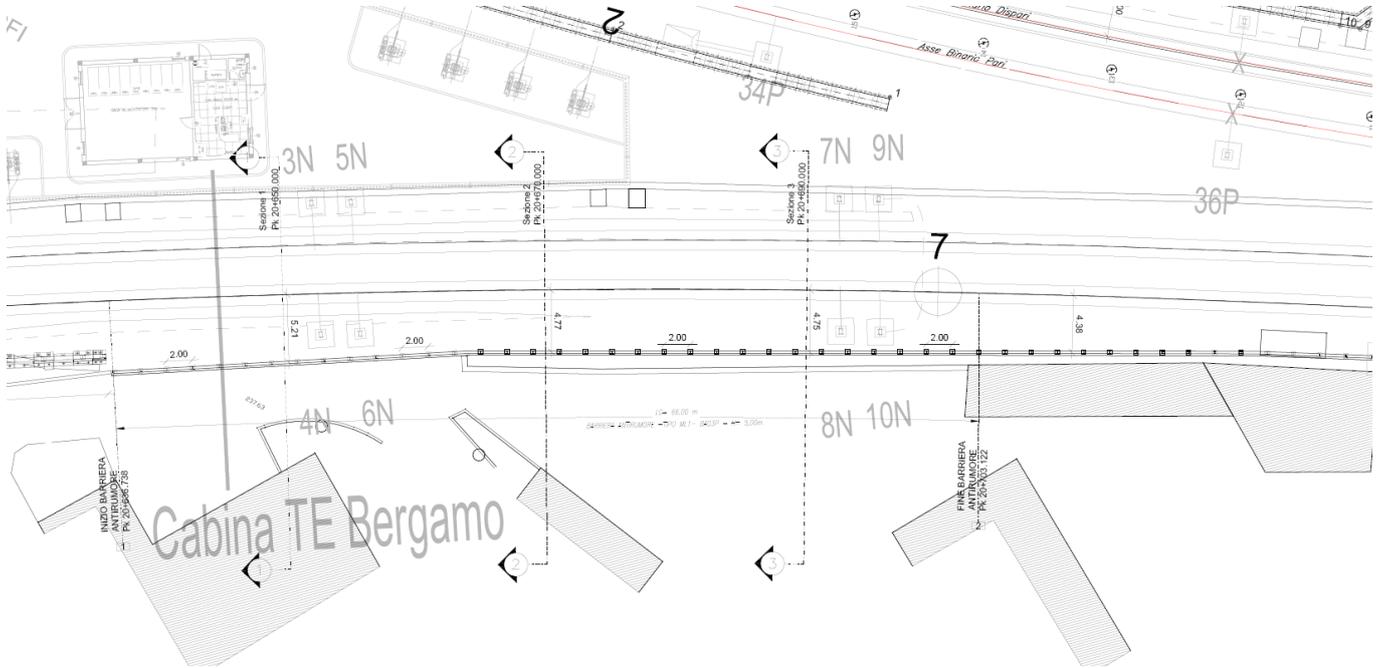


Figura 2 – Stralcio planimetrico della barriera ML BA03 P

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO</b> <b>LOTTO 9</b> <b>BARRIERE ANTIRUMORE</b>					
<b>BA 03 P</b> RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5	COMMESSA <b>NB1R</b>	LOTTO <b>09</b>	CODIFICA <b>D 26 CL</b>	DOCUMENTO <b>RI0005 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>7 di 81</b>

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 Quadro normativo

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

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

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- UNI EN 206-1/2014 – “Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI 11104/2004 – “Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”;
- Norme UNI ENV 1991 ; UNI ENV 1992; UNI EN 1993; UNI EN 1997; UNI EN 1998;
- “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 20.12.2019;
- “CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI”–RFI DTC SICS SP IFS 001B
- Regolamento (UE) N.1299/14 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- Eurocodice EN 1991-2:2003/AC:2010 “Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti”.
- UNI EN 1991-1-4:2005 – “Eurocodice 1 – Azioni sulle Strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del Vento”.
- UNI EN 1992-1-1:2006 – “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1993-1-1:2005 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”.
- 2011/275/UE Specifica Tecnica di Interoperabilità sottosistema “Infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale.
- 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



**PROGETTO DEFINITIVO  
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO  
LOTTO 9  
BARRIERE ANTIRUMORE**

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	8 di 81

## 2.2 Documenti di riferimento

Barriera BA03P ML H=5 su muro esistente -Linea BG-Treviglio da pk 20+636.738 a pk 20+703.122 - Sezioni	1:200	1	NB1R	0	9	D	26	W9	RI	0	0	0	0	002	A
--	-------	---	------	---	---	---	----	----	----	---	---	---	---	-----	---

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	9 di 81

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per questa fase progettuale, sono stati considerati i materiali desunti dagli elaborati di progetto originale.

#### 3.1 Materiali strutturali

##### CALCESTRUZZO

- **Magrone di fondazione**  
**Classe C12/15**

Peso Specifico  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo Elastico  $E = 27000 \text{ MPa}$

Resistenza Cilindrica  $f_{ck} = 12 \text{ MPa}$

Resistenza Cubica  $R_{ck} = 15 \text{ MPa}$

- **Fondazione e elevazione muri**  
**Classe C20/25**

Peso Specifico  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo Elastico  $E = 29962 \text{ MPa}$

Resistenza Cilindrica  $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

Resistenza Cubica  $R_{ck} = 55 \text{ MPa}$

##### ACCIAIO

- **Per cemento armato**

Tipo FeB44k

#### 3.2 Parametri del terreno

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	10 di 81

Dalla relazione di progetto originale si desume la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni utilizzati per le verifiche geotecniche. Si riporta uno stralcio della relazione di progetto originale, relativa al muro in esame:

## 6. Muri su Via Oratorio

Caratteristiche Geometriche del Muro

Altezza Parete = 3,15 m.

Spessore parete alla base=0,57 m.

Larghezza totale della fondazione= 2,70 m.

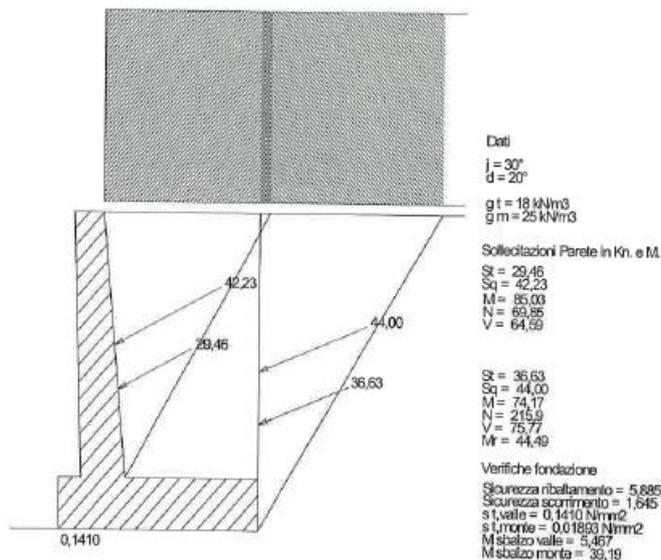
Carico accidentale sul rilevato= 4,00 t./m.<sup>2</sup>

Spessore parete in sommità=0,40 m.

Spessore della fondazione=0,60 m.

Lunghezza sbalzo contro terra=1,80 m.

I risultati delle sollecitazioni sono riportati in figura



Si ha quindi:

### Sezione alla base della parete

Con: M=8,50 t.m./m. N=6,98 t./m. B=100 cm. H=60 cm. Af= 20,11 cm.<sup>2</sup> Af'=5,66 cm<sup>2</sup>  
Risulta:  $\sigma_c= 22 \text{ Kg./cm}^2$   $\sigma_f=691 \text{ Kg./cm}^2$

### Sezione sbalzo a monte della fondazione

Con: M=3,91 t.m./m. N=0 t./m. B=100 cm. H=60 cm. Af=10,05 cm<sup>2</sup>  
Af'=5,66 cm<sup>2</sup>  
Risulta:  $\sigma_c=12 \text{ Kg./cm}^2$   $\sigma_f= 757 \text{ Kg./cm}^2$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

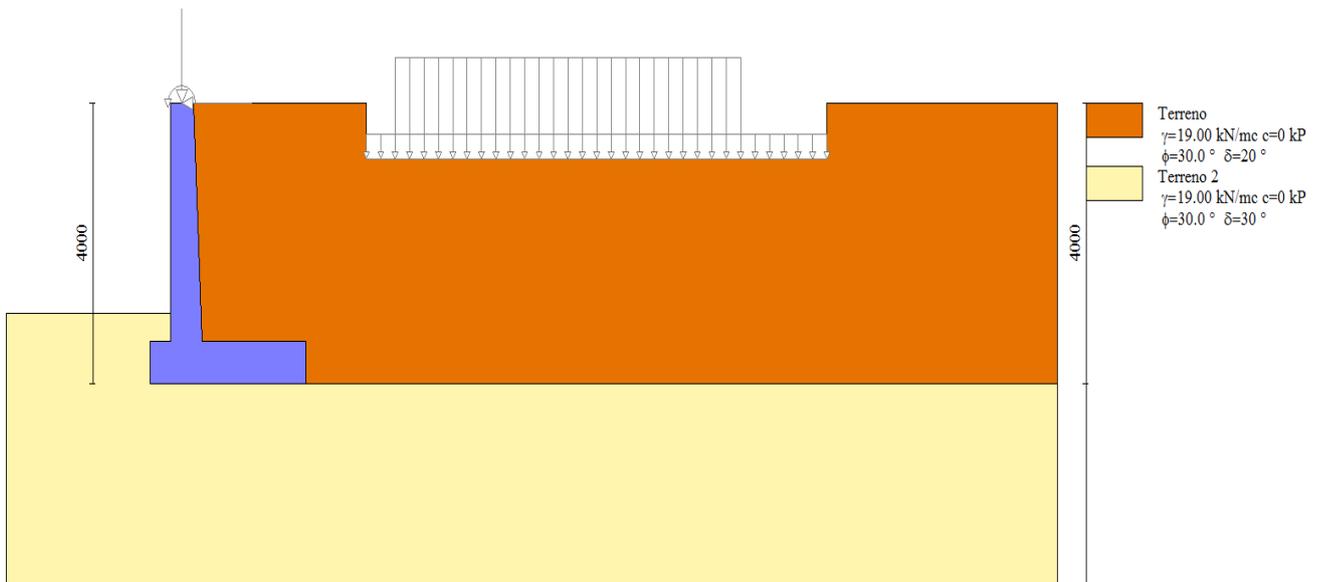
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	11 di 81

#### 4 PROCEDIMENTO DI CALCOLO

L'opera di sostegno in questione viene studiata mediante il programma di calcolo:

- MAX 15.04B di Aztec Informatica.

La modellazione è condotta considerando una sezione dell'opera in esame di profondità 1m, attuando una modellazione bidimensionale agli elementi finiti.



Modello di calcolo, sezione

##### 4.1 Tipo di analisi svolta

- 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.

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	12 di 81

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi 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 Mononobe-Okabe

Il metodo di Mononobe-Okabe adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb : un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale . Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione

$$S = 1/2(1 \pm k_v)\gamma H^2 K_a$$

$K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

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

L'angolo  $\theta$  è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

$$\tan(\theta) = k_h / (1 \pm k_v)$$

dove  $k_h$  e  $k_v$  rappresentano in coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme  $Q$  l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + Q)K_a$$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	13 di 81

$$S = (1/2\gamma H^2 + QH)K_a$$

Al carico  $Q$  corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a  $1/2H$ .

Nel caso di terreno dotato di coesione  $c$  l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità  $z$ , diventa

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c(K_a)^{1/2}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine  $\gamma z K_a$ , si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione  $\sigma_a$  risulta negativa per valori di  $z$  minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma(K_a)^{1/2}}$$

La grandezza  $h_c$  è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad  $h_c$  non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

- Spinta in presenza di falda

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

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

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

- Spinta 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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	14 di 81

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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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.

#### - 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  $\eta_r$ .

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

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	15 di 81

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$

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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagenti, la forza resistente può esprimersi come

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

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.

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	16 di 81

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  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  $\eta_q$ . 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  $\eta_q \geq 1.0$

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen. Cambia solo il fattore  $N_\gamma$  e l'espressione di alcuni coefficienti.

Di seguito sono riportate per intero tutte le espressioni.

Caso generale

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = 5.14c(1+s_c+d_c-i_c-g_c-b_c) + q$$

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p \tan \phi$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Fattori di forma

per  $\phi=0$   $s_c = 0.2 \frac{B}{L}$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	17 di 81

$$\text{per } \phi > 0 \quad s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg}\phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro  $k$  come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \text{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come

$$\text{per } \phi = 0 \quad d_c = 0.4k$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2\text{tg}\phi(1 - \sin\phi)^2 k$$

$$d_\gamma = 1$$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	18 di 81

Fattori di inclinazione del carico

Definito il parametro

$$m = \frac{2+B/L}{1+B/L}$$

per  $\phi = 0$  
$$i_c = 1 - \frac{mH}{A_r c_a N_c}$$

per  $\phi > 0$  
$$i_c = i_q - \frac{1-i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_r c_a \text{ctg}\phi}\right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_r c_a \text{ctg}\phi}\right)^{m+1}$$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

per  $\phi=0$  
$$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

per  $\phi>0$  
$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = b_\gamma = (1 - \eta \text{tg}\phi)^2$$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	19 di 81

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con  $\beta$  la pendenza del pendio i fattori  $g$  si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \text{tg}\beta)^2$$

- Verifica alla stabilità globale

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

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:

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	20 di 81

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

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  $\alpha_i$  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  $\phi_i$  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  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

#### 4.2 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### 4.3 Informazioni generali sull'elaborazione

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

**BA 03 P**RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	21 di 81

## 5 ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Analisi dei carichi della barriera

#### 5.1.1 Peso proprio

In questo capitolo si descrivono i passaggi effettuati per ottenere le sollecitazioni che i pannelli fonoassorbenti trasferiscono al muro sottostante.

In questa condizione di carico si considerano i pesi degli elementi strutturali in acciaio e calcestruzzo.

La barriera presenta moduli fonoassorbenti di altezza pari a 6.00 m, e di lunghezza circa 2.00 m.

Per tale tipologia si considerano i seguenti pesi propri:

	<b>p [kN/m]</b>	<b>h [m]</b>
<b>Montante HEB220</b>	0.715	6.00

	<b>p [kN/m<sup>2</sup>]</b>	<b>h [m]</b>	<b>l [m]</b>
<b>Pannelli fonoassorbenti - bagnati</b>	1.0	6.00	2.00

Il peso proprio del muro in cemento armato viene considerata automaticamente dal programma di calcolo.

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	22 di 81

### 5.1.2 Azione del vento

Si considera un caso limite di massima pressione esercitabile con massima altezza della barriera sopra un rilevato.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione (D.M.2018, §3.3.4):

$$p = q_r \times c_e \times c_d \times c_p$$

dove:

$q_r$  = pressione cinetica di riferimento

$c_e$  = coefficiente di esposizione

$c_d$  = coefficiente dinamico

$c_p$  = coefficiente di forma o coefficiente aerodinamico.

La pressione cinetica di riferimento  $q_r$  è definita:

$$q_r = 0.5 \times \rho \times v_r^2 \quad [\text{N/m}^2]$$

dove:

$\rho$  = densità dell'aria assunta convenzionalmente pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>;

$v_r$  = velocità di riferimento del vento (in m/s) =  $v_b \times c_r$

con:  $v_b = v_{b0} \times c_a$  ;  $c_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni.

Il coefficiente di altitudine  $c_a = 1$  per  $a_s < a_0$

La velocità di riferimento  $v_r$  del vento è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. Essa è definita in funzione del sito dell'opera in progetto:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO</b> <b>LOTTO 9</b> <b>BARRIERE ANTIRUMORE</b>					
	<b>BA 03 P</b> RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO RI0005 002	REV. A

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

Bergamo ricade in zona 1 e pertanto si ottiene:

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 1000 \text{ m}$$

$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s} = v_r$$

La velocità di riferimento  $v_b$  dipende inoltre dal tempo di ritorno adottato secondo la seguente espressione:

$$v_b(\text{TR}) = \alpha_R v_b$$

dove:

TR = tempo di ritorno;

$\alpha_R$  = coefficiente moltiplicativo (fig. C3.3.1, formula C3.3.2);

$v_b$  = velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni.

Si considera un tempo di ritorno pari a 50 anni, per il quale  $\alpha_R = 1$  e quindi  $v_b(\text{TR}) = v_b = 25 \text{ m/s}$ .

Si ottiene pertanto la pressione cinetica di riferimento  $q_r$ :

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	24 di 81

$$q_r = 0.5 \times 1.25 \times 25^2 = 390.6 \text{ N/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  del punto considerato sul suolo, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

Esso viene calcolato mediante le espressioni di seguito:

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

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

dove  $k_r$ ,  $c_t$ ,  $z_0$  e  $z_{\min}$  sono definiti nella seguente tabella (tab. 3.3.II):

**Tabella 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

Il coefficiente di topografia  $c_t$  viene assunto pari a 1.0 (§ 3.3.7).

Per il sito relativo alla struttura in esame si considera la classe di rugosità del terreno B (tab. 3.3.III):

**Tabella 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 15m
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	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innestate o ghiacciate, mare, laghi,...)

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

In zona 1, con classe di rugosità B ed oltre la costa si ottiene pertanto la categoria di esposizione del sito IV (figura 3.3.2):

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	25 di 81

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa		500m		750m	
	mare					
	2 km	10 km	30 km			
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						

Riassumendo:

classe di rugosità del terreno B;

categoria di esposizione IV:

$$k_r = 0.22$$

$$z_0 = 0.30 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 8.0 \text{ m}$$

Per il calcolo dell'azione del vento sulla struttura si considera come altezza di riferimento  $z$  l'altezza massima della costruzione sopra il piano di campagna.

Per quanto riguarda muro in esame, per il calcolo della pressione si considerano montanti alti circa 6.00 m (altezza montante), sommando ai montanti l'altezza del muro stesso, si ottiene:

$$z = 6.00 + 4.00 = 10.00 \text{ m}$$

In funzione di  $z$  si calcola il coefficiente di esposizione:

$$c_e(z) = c_e(10.00 \text{ m}) = 1.783$$

Il coefficiente dinamico viene cautelativamente assunto unitario:  $cd = 1.0$ .

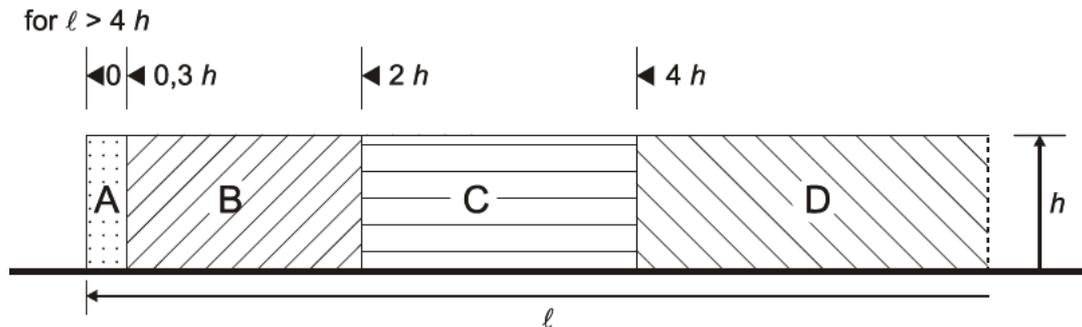
**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	26 di 81

Le azioni aerodinamiche dovute al traffico ferroviario verranno cumulate con quelle del vento.

Per la determinazione del coefficiente di forma  $c_p$  si fa riferimento a quanto riportato al § 7.4 dell'Eurocodice 1. Si assume di ricadere in zona D secondo il seguente schema e la relativa tabella associata:



Le barriere antirumore, sviluppandosi lungo i binari, avranno uno schema riconducibile alla zona D, visto che l'altezza massima ( $h$ ) di queste risulta essere in ogni caso minore dello sviluppo planimetrico ( $l$ ) (è sempre verificata la condizione  $l > 4h$ ).

Per le barriere antirumore, che presentano una superficie solida continua senza aperture, ad eccezione degli accessi situati ogni 250 m, si considera un coefficiente di solidità unitario. Per una superficie riconducibile alla zona D, priva di angoli e con rapporto elevato di  $l/h$ , secondo la tabella 7.9 si ottiene un coefficiente di pressione netta  $c_{p,net}$  pari a 1.2.

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.

La pressione del vento risulta a questo punto:

$$p_v \text{ lato sud} = q_b \times c_e \times c_d \times c_p = 0.39 \times 1.783 \times 1.0 \times 1.2 = 0.837 \text{ kN/m}^2$$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	27 di 81

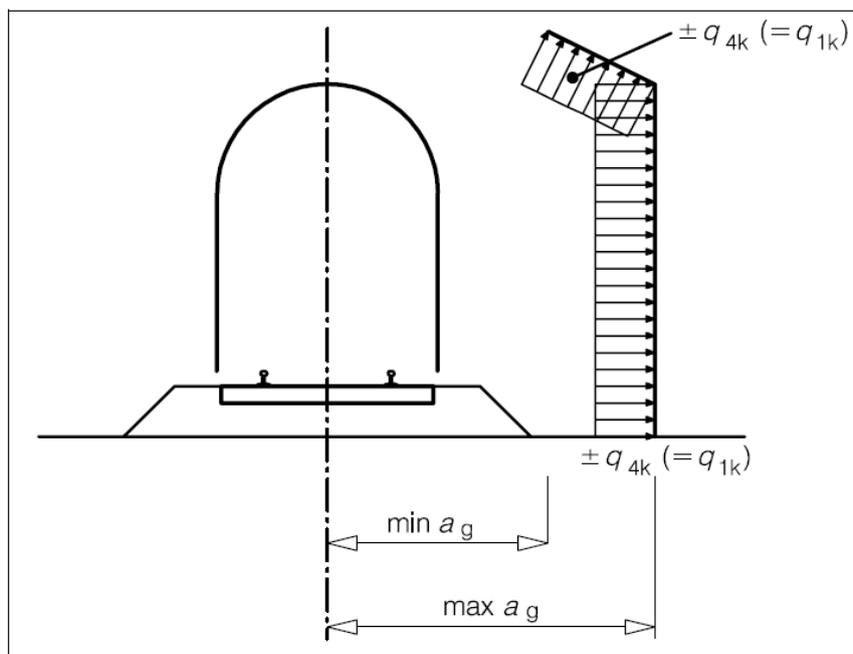
### 5.1.3 Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario

Si considerano inoltre gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari secondo quanto contenuto nel D.M.2008 paragrafo 5.2.2.7 e quanto previsto nella “Specificazione per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” (RFI DTC INC PO SP IFS 001 C). Si fa riferimento al caso di superfici multiple del binario sia verticali che orizzontali o inclinate (§5.2.2.6 NTC2018).

Il valore  $\pm q_{4k}$  agente ortogonalmente alla superficie della barriera, viene valutato adottando una distanza fittizia  $a_g'$  dal binario:

$$a_g' = 0.6 a_{g,\min} + 0.4 a_{g,\max}$$

dove le distanze  $a_{g,\min}$  e  $a_{g,\max}$  sono state determinate in base al grafico sottostante:



Si considerano le seguenti condizioni di base:

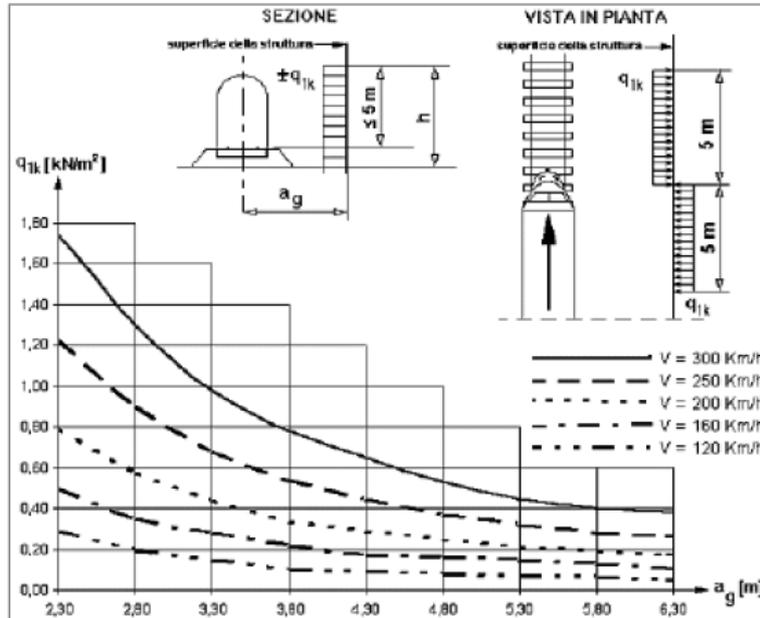
- velocità massima del convoglio ferroviario:  $V_{\max}=150$  km/h (Rango C)
- $a_g' \sim 3.50$  m

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:

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	28 di 81



Si assume  $q_{1k} = 0.30 \text{ kN/m}^2$ .

Tale azione deve essere cumulata con l'azione del vento in direzione perpendicolare all'asse del binario, tenendo conto che il D.M.2008 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:

$$p_{\text{tot,SLU}} = p_v + q_{1k} = 0.837 + 0.30 = 1.137 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore risulta minore di  $1.5 \text{ kN/m}^2$ , viene quindi corretto il valore dell'azione del vento:

$$p_v = 1.50 - 0.30 = 1.20 \text{ kN/m}^2$$

Nella modellazione si considera a favore di sicurezza il valore di  $1.5 \text{ kN/m}^2$  come carico variabile totale. Tale valore comprende il contributo di sollecitazione legato al vento e all'azione aerodinamica dovuta al passaggio dei convogli.

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	29 di 81

- Riassumendo:

I carichi che agiscono sul montante della barriera sono quelli relativi ai pannelli fonoassorbenti, all'azione del vento ed a quella aerodinamica:

<i>Carico</i>	<i>[kN]</i>
P mon	4.29
Pp	12.00
Vento	14.40
Aerod	3.60

dove:

- P mon: è il peso proprio del montante metallico;
- Pp: è il peso proprio dei pannelli fonoassorbenti in condizioni bagnate;
- Vento (+X): è l'azione del vento in direzione perpendicolare alla barriera nel caso di pressione, calcolata per le combinazioni SLU e per quelle SLE;
- Aerod: è l'azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario in direzione perpendicolare ed in condizione di pressione sulla barriera (che sarà combinato insieme alla condizione di carico Vento (+X));

## 5.2 Sovraccarico dovuto al ballast

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	30 di 81

Si considera un peso complessivo per il ballast relativo alle due linee in adiacenza al muro in esame pari a:

$$p_{\text{ballast}} = 18 \times 0.8 \times 1 = 14.4 \text{ kN/m}$$

### 5.3 Treni di carico

Per considerare il sovraccarico sul rilevato dovuto al passaggio dei treni si fa riferimento alle specifiche RFI nelle quali si prescrive di utilizzare il carico LM71 per le opere di sostegno:

$$q = 250 \text{ kN} \times 4 / (1.60 \text{ m} \times 4) = 156 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = \text{coefficiente di adattamento} = 1.1$$

Il sovraccarico ferroviario si distribuisce attraverso il ballast con una pendenza di 4:1, quindi:

$$L_{\text{trasv.}} = 2.8 \text{ m}$$

Ottenendo:

$$q_{\text{LM71}} = 1.1 \times 156 / 2.8 = 61.00 \text{ kN/m/m}$$

### 5.4 Azione sismica

Per la definizione dell'azione sismica, sono stati considerati i seguenti parametri:

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	31 di 81

- Comune di Bergamo (lat. 45.6989, long. 9.6700);
- vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera assunta pari a 50 anni;
- classe d'uso assunta è la II.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 50 \times 1.0 = 50 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 475 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_c$ .

$a_g$  → accelerazione massima al sito;

$F_0$  → 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;

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

Con riferimento alle azioni sismiche, la struttura in esame è stata studiata tramite un'analisi modale con spettro di risposta.

Secondo quanto indicato nel capitolo 7.4.3.2 del DM2008, la struttura in cemento armato in questione viene considerata come "deformabile torsionalmente".

Di seguito si riportano i valori tabellati degli spettri di risposta delle componenti orizzontali e verticali:

BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	32 di 81

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 9.67      LATITUDINE: 45.6989

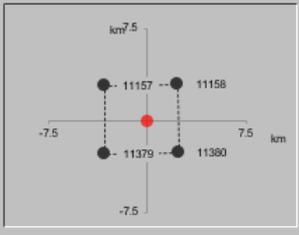
Ricerca per comune

REGIONE: Lombardia      PROVINCIA: Bergamo      COMUNE: Bergamo

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

## 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

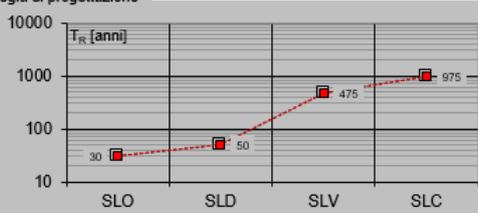
SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

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

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	33 di 81

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_S = 1.500$

$C_C = 1.615$  info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$  info

( $h$ =quota sito,  $H$ =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta_1 = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_o = 1$

Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q = 1.5$

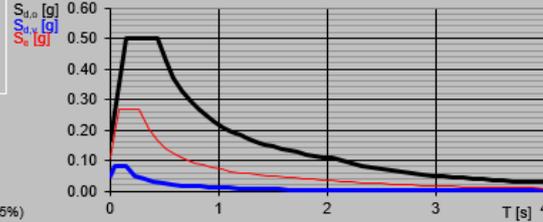
$\eta_1 = 0.667$  info

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**

BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	34 di 81

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.110 g
$F_a$	2.418
$T_c$	0.271 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.615
$S_T$	1.000
$q$	0.800

#### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.250
$T_B$	0.146 s
$T_C$	0.438 s
$T_D$	2.041 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.165
$T_B$	0.146	0.500
$T_C$	0.438	0.500
	0.514	0.426
	0.591	0.371
	0.667	0.328
	0.743	0.294
	0.820	0.267
	0.896	0.244
	0.972	0.225
	1.049	0.209
	1.125	0.195
	1.201	0.182
	1.278	0.171
	1.354	0.162
	1.430	0.153
	1.507	0.145
	1.583	0.138
	1.659	0.132
	1.736	0.126
	1.812	0.121
	1.888	0.116
	1.965	0.111
$T_D$	2.041	0.107
	2.134	0.098
	2.228	0.090
	2.321	0.083
	2.414	0.077
	2.507	0.071
	2.601	0.066
	2.694	0.062
	2.787	0.057
	2.881	0.054
	2.974	0.051
	3.067	0.047
	3.160	0.045
	3.254	0.042
	3.347	0.040
	3.440	0.038
	3.534	0.036
	3.627	0.034
	3.720	0.032
	3.813	0.031
	3.907	0.029
	4.000	0.028

BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	35 di 81

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0.049 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.084
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

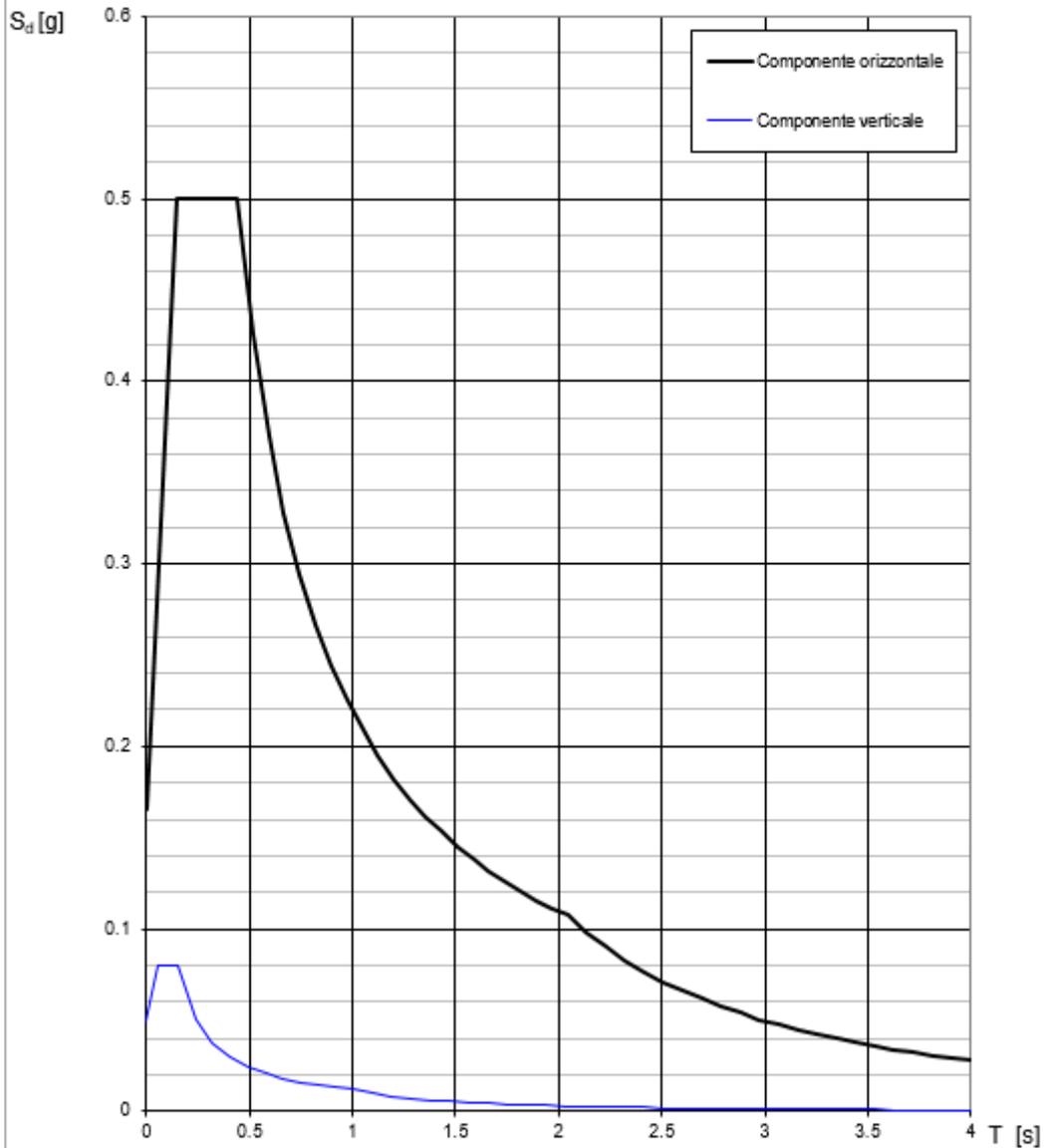
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.049
$T_B \leftarrow$	0.050	0.080
$T_C \leftarrow$	0.150	0.080
	0.235	0.051
	0.320	0.037
	0.405	0.030
	0.490	0.024
	0.575	0.021
	0.660	0.018
	0.745	0.016
	0.830	0.014
	0.915	0.013
$T_D \leftarrow$	1.000	0.012
	1.094	0.010
	1.188	0.008
	1.281	0.007
	1.375	0.006
	1.469	0.006
	1.563	0.005
	1.656	0.004
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.003
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.002
	2.313	0.002
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	36 di 81

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lin SLV**



**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	37 di 81

## 6 COMBINAZIONI DI CARICO

Le condizioni di carico sono combinate secondo l'Approccio 1:

- combinazione 1: A1+M1+R1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO (Tabella 6.4.II)

<i>Resistenza</i>	<i>Coefficienti parziali - pali trivellati</i>		
	R1	R2	R3
Base	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	1,00	1,45	1,15
Totale	1,00	1,60	1,30
Laterale in trazione	1,00	1,60	1,25

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	38 di 81

### 6.1 Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo (SLU)

Combinazione fondamentale:

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

### 6.2 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Combinazione caratteristica (rara):

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

Combinazione frequente:

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

Combinazione quasi permanente:

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

### 6.3 Combinazioni di carico sismiche

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Combinazione sismica:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	39 di 81

## 6.4 Riepilogo coefficienti

### *Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU A1*

Carichi permanenti	$\gamma_{G1} =$	1.35
Carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{G2} =$	1.5
Carichi variabili da traffico	$\gamma_Q =$	1.45
Carichi variabili	$\gamma_{Qi} =$	1.5

### *Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU A2*

Carichi permanenti	$\gamma_{G1} =$	1
Carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{G2} =$	1.3
Carichi variabili da traffico	$\gamma_Q =$	1.25
Carichi variabili	$\gamma_{Qi} =$	1.3

### *Coefficiente di combinazione $\psi$ delle azioni*

		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.8	0.5	0
Azioni del vento	$F_{wk}$	0.6	0.5	0

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	40 di 81

## 7 MODELLO DI CALCOLO

### Materiali

#### Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

#### Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

$\gamma$  Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R<sub>ck</sub> Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

$\nu$  Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C20/25	C20/25	B450C	24.5170	25000	30200389	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(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 [°]

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	41 di 81

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	3.00	0.00	0.000
3	3.00	-0.80	-90.000
4	6.60	-0.80	0.000
5	8.00	-0.80	0.000
6	11.00	-0.80	0.000
7	11.00	0.00	90.000
8	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 2.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C20/25	
Altezza paramento	3.40	[m]
Altezza paramento libero	3.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.55	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	2.61	[°]

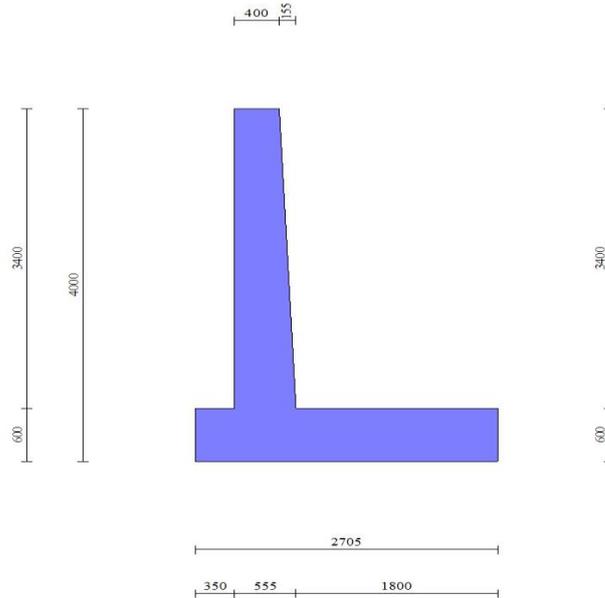
#### Fondazione

Materiale	C20/25	
Lunghezza mensola di valle	0.35	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.80	[m]
Lunghezza totale	2.70	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.60	[m]

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	42 di 81



- Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

## Parametri di resistenza

## Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

## Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Terreno	19.0000	19.0000	30.000	20.000	0	0	---	---

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	43 di 81

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
2	Terreno 2	19.0000	19.0000	30.000	30.000	0	0	---	---

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

$\alpha$  Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Ks Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	4.00	0.000	Terreno	---	---	---	---	---
2	20.00	0.000	Terreno 2	---	---	---	---	---

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

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<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	44 di 81

 $Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN]

 $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Ballast) - PERMANENTE NS
*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					3.00	11.00	14.4000	14.4000

Condizione n° 2 (Treni) - VARIABILE TF

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.80 - \Psi_1=0.80 - \Psi_2=0.00$ 
*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					3.50	9.50	61.0000	61.0000

Condizione n° 3 (Peso Barriera) - PERMANENTE NS
*Carichi sul muro*

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.20; 0.00	0.0000	8.1500	0.0000				

Condizione n° 4 (Vento + Aerod) - VARIABILE

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.80 - \Psi_1=0.50 - \Psi_2=0.00$ 
*Carichi sul muro*

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.20; 0.00	9.1000	0.0000	27.5000				

Normativa

 Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	45 di 81

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.45	1.25	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	1.00	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	1.00	Sfavorevole

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	46 di 81

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	1.00	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	1.00	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	1.00	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	47 di 81

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.45	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.30	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.30	--	Sfavorevole
Treni	1.25	1.00	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.30	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.30	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.30	--	Sfavorevole
Treni	1.25	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	48 di 81

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Ballast	1.50	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.50	--	Sfavorevole
Treni	1.35	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole
Treni	1.00	1.00	Sfavorevole

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	49 di 81

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Vento + Aerod	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole
Treni	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole
Treni	1.00	0.80	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 23 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole
Vento + Aerod	1.00	0.50	Sfavorevole

Combinazione n° 24 - SLEQ\_H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 25 - SLEQ\_H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
------------	----------	--------	---------

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	50 di 81

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Ballast	1.00	--	Sfavorevole
Peso Barriera	1.00	--	Sfavorevole

## Dati sismici

Comune	Bergamo
Provincia	Bergamo
Regione	Lombardia
Latitudine	45.694736
Longitudine	9.668707
Indice punti di interpolazione	11380 - 11158 - 11157 - 11379
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.080	0.378
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.110	0.038
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.418	2.478
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.271	0.215
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	16.507	8.253
Ultimo - Ribaltamento	1.000	16.507	8.253
Esercizio	1.000	5.774	2.887

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

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

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	51 di 81

#### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_c$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

#### Stabilità globale

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

#### Altro

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

#### Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

#### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## **Risultati per combinazione**

#### Spinta e forze

##### Simbologia adottata

Ic            Indice della combinazione

A            Tipo azione

**BA 03 P**
**RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	52 di 81

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

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	92.06	20.00	86.51	31.49	1.95	-2.88
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			10.92	12.22	--	--
2	Spinta statica	84.89	20.00	79.77	29.03	1.95	-2.86
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			13.65	12.22	--	--
3	Spinta statica	43.00	20.00	40.40	14.71	1.95	-2.68
	Incremento di spinta sismica		20.92	19.66	7.15	1.95	-2.67
	Peso/Inerzia muro			13.14	79.59/6.57	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			20.02	121.29/10.01	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			1.35	8.82	--	--
4	Spinta statica	43.00	20.00	40.40	14.71	1.95	-2.68
	Incremento di spinta sismica		14.47	13.60	4.95	1.95	-2.67
	Peso/Inerzia muro			13.14	79.59/-6.57	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			20.02	121.29/-10.01	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			1.35	7.48	--	--
5	Spinta statica	92.06	20.00	86.51	31.49	1.95	-2.88
	Peso/Inerzia muro			0.00	107.45/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	163.74/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			10.92	12.22	--	--
6	Spinta statica	92.06	20.00	86.51	31.49	1.95	-2.88
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	163.74/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			10.92	12.22	--	--
7	Spinta statica	92.06	20.00	86.51	31.49	1.95	-2.88
	Peso/Inerzia muro			0.00	107.45/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			10.92	12.22	--	--
8	Spinta statica	84.89	20.00	79.77	29.03	1.95	-2.86
	Peso/Inerzia muro			0.00	107.45/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	163.74/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			13.65	12.22	--	--
9	Spinta statica	84.89	20.00	79.77	29.03	1.95	-2.86
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	163.74/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			13.65	12.22	--	--
10	Spinta statica	84.89	20.00	79.77	29.03	1.95	-2.86
	Peso/Inerzia muro			0.00	107.45/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			13.65	12.22	--	--
19	Spinta statica	65.45	20.00	61.50	22.38	1.95	-2.87
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			7.28	8.15	--	--
20	Spinta statica	60.52	20.00	56.87	20.70	1.95	-2.85
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			0.00	8.15	--	--
21	Spinta statica	43.00	20.00	40.40	14.71	1.95	-2.68
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			0.00	8.15	--	--
22	Spinta statica	60.52	20.00	56.87	20.70	1.95	-2.85
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			9.10	8.15	--	--

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	53 di 81

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
23	Spinta statica	43.00	20.00	40.40	14.71	1.95	-2.68
	Peso/Inerzia muro			0.00	79.59/0.00	0.22	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	121.29/0.00	1.02	-1.68
	Risultante forze sul muro			4.55	8.15	--	--

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.449		1.531			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.497		1.437			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.515		1.803			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.379		1.678			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.866		2.015			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.701		1.992			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.614		1.634			
8 - STR (A1-M1-R3)		1.931		1.937			
9 - STR (A1-M1-R3)		1.759		1.910			
10 - STR (A1-M1-R3)		1.669		1.543			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.245		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.313		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.579		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.490		
15 - EQU (A1-M1-R3)			2.243				
16 - EQU (A1-M1-R3)			2.039				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.561				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.128				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]

**BA 03 P**
**RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	54 di 81

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	141.22	0.00	0.00	--	--	141.22	97.43	1.449
2 - STR (A1-M1-R3)	139.80	0.00	0.00	--	--	139.80	93.42	1.497
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	143.26	0.00	0.00	--	--	143.26	94.56	1.515
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	122.07	0.00	0.00	--	--	122.07	88.51	1.379
5 - STR (A1-M1-R3)	181.81	0.00	0.00	--	--	181.81	97.43	1.866
6 - STR (A1-M1-R3)	165.72	0.00	0.00	--	--	165.72	97.43	1.701
7 - STR (A1-M1-R3)	157.30	0.00	0.00	--	--	157.30	97.43	1.614
8 - STR (A1-M1-R3)	180.39	0.00	0.00	--	--	180.39	93.42	1.931
9 - STR (A1-M1-R3)	164.31	0.00	0.00	--	--	164.31	93.42	1.759
10 - STR (A1-M1-R3)	155.88	0.00	0.00	--	--	155.88	93.42	1.669

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	244.59	374.57	267.55	1.531
2 - STR (A1-M1-R3)	242.14	347.92	248.51	1.437
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	248.14	447.51	372.92	1.803
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	211.43	354.78	295.65	1.678
5 - STR (A1-M1-R3)	314.90	634.56	453.26	2.015
6 - STR (A1-M1-R3)	287.04	571.70	408.36	1.992
7 - STR (A1-M1-R3)	272.45	445.12	317.94	1.634
8 - STR (A1-M1-R3)	312.45	605.31	432.36	1.937
9 - STR (A1-M1-R3)	284.59	543.51	388.22	1.910
10 - STR (A1-M1-R3)	270.00	416.49	297.49	1.543

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Nc, Nq, N<sub>γ</sub> Fattori di capacità portante  
 ic, iq, i<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del carico  
 dc, dq, d<sub>γ</sub> Fattori di profondità del piano di posa

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	55 di 81

g <sub>C</sub> , g <sub>q</sub> , g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, b <sub>q</sub> , b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, s <sub>q</sub> , s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, p <sub>q</sub> , p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub> fattore	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	N <sub>c</sub> N <sub>q</sub> N <sub>γ</sub>	ic iq iy	dc dq dy	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	Ir	Irc	Re	r <sub>γ</sub>
1	30.140	0.327	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.363	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.218	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
2	30.140	0.343	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.378	1.107	1.000	1.000	1.003	--	--	--	--	
	22.402	0.232	1.000	1.000	1.000	0.998	--	--	--	--	
3	30.140	0.349	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.384	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.238	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
4	30.140	0.301	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.339	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.197	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
5	30.140	0.448	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.478	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.330	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
6	30.140	0.405	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.438	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.289	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
7	30.140	0.380	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.414	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.266	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
8	30.140	0.463	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.493	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.345	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
9	30.140	0.421	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.452	1.107	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	
	22.402	0.304	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
10	30.140	0.396	1.148	1.000	1.000	1.004	--	--	--	--	0.967
	18.401	0.429	1.107	1.000	1.000	1.003	--	--	--	--	
	22.402	0.280	1.000	1.000	1.000	0.998	--	--	--	--	

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.00	1.72	2.34	19.00	30.00	0
2	1.00	1.57	2.34	19.00	30.00	0
3	1.00	1.86	2.34	19.00	30.00	0
4	1.00	1.75	2.34	19.00	30.00	0
5	1.00	1.98	2.34	19.00	30.00	0
6	1.00	1.99	2.34	19.00	30.00	0
7	1.00	1.74	2.34	19.00	30.00	0
8	1.00	1.87	2.34	19.00	30.00	0
9	1.00	1.86	2.34	19.00	30.00	0
10	1.00	1.61	2.34	19.00	30.00	0

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	56 di 81

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
15 - EQU (A1-M1-R3)	379.59	169.25	2.243
16 - EQU (A1-M1-R3)	373.42	183.12	2.039
17 - EQU (A1-M1-R3) H + V	379.16	148.05	2.561
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	349.14	164.04	2.128

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

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

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	10.92	33.00
2	-0.10	13.21	10.96	34.12
3	-0.20	14.21	11.07	35.25
4	-0.30	15.22	11.26	36.40
5	-0.40	16.24	11.52	37.58
6	-0.50	17.27	11.86	38.78
7	-0.60	18.31	12.27	40.03
8	-0.70	19.36	12.76	41.33
9	-0.80	20.43	13.32	42.67
10	-0.90	21.50	13.96	44.08
11	-1.00	22.59	14.67	45.57
12	-1.10	23.69	15.45	47.12
13	-1.20	24.80	16.31	48.77
14	-1.30	25.92	17.25	50.50
15	-1.40	27.05	18.26	52.34
16	-1.50	28.19	19.34	54.28
17	-1.60	29.35	20.50	56.34
18	-1.70	30.51	21.74	58.52
19	-1.80	31.69	23.05	60.83
20	-1.90	32.88	24.43	63.27
21	-2.00	34.07	25.89	65.87
22	-2.10	35.28	27.43	68.61
23	-2.20	36.50	29.04	71.51
24	-2.30	37.74	30.72	74.59

BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	57 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
25	-2.40	38.98	32.48	77.83
26	-2.50	40.23	34.32	81.26
27	-2.60	41.50	36.22	84.88
28	-2.70	42.78	38.21	88.70
29	-2.80	44.07	40.27	92.72
30	-2.90	45.36	42.40	96.96
31	-3.00	46.67	44.61	101.41
32	-3.10	48.00	46.89	106.09
33	-3.20	49.33	49.25	111.01
34	-3.30	50.67	51.68	116.17
35	-3.40	52.03	54.19	121.58

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	13.65	41.25
2	-0.10	13.21	13.69	42.65
3	-0.20	14.21	13.80	44.05
4	-0.30	15.22	13.99	45.47
5	-0.40	16.24	14.25	46.92
6	-0.50	17.27	14.59	48.40
7	-0.60	18.31	15.00	49.92
8	-0.70	19.36	15.49	51.49
9	-0.80	20.43	16.05	53.11
10	-0.90	21.50	16.69	54.79
11	-1.00	22.59	17.40	56.55
12	-1.10	23.69	18.18	58.38
13	-1.20	24.80	19.04	60.29
14	-1.30	25.92	19.98	62.30
15	-1.40	27.05	20.99	64.41
16	-1.50	28.19	22.07	66.62
17	-1.60	29.35	23.23	68.95
18	-1.70	30.51	24.47	71.41
19	-1.80	31.69	25.78	73.99
20	-1.90	32.88	27.16	76.71
21	-2.00	34.07	28.62	79.58
22	-2.10	35.28	30.16	82.59
23	-2.20	36.50	31.77	85.77
24	-2.30	37.74	33.45	89.12
25	-2.40	38.98	35.21	92.64
26	-2.50	40.23	37.05	96.34
27	-2.60	41.50	38.95	100.23
28	-2.70	42.78	40.94	104.32
29	-2.80	44.07	43.00	108.62
30	-2.90	45.36	45.13	113.12
31	-3.00	46.67	47.34	117.85
32	-3.10	48.00	49.62	122.81
33	-3.20	49.33	51.98	128.00
34	-3.30	50.67	54.41	133.43
35	-3.40	52.03	56.92	139.11

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	8.82	1.35	0.00
2	-0.10	9.81	1.55	0.16
3	-0.20	10.81	1.84	0.35
4	-0.30	11.81	2.21	0.58
5	-0.40	12.83	2.66	0.85
6	-0.50	13.87	3.20	1.17
7	-0.60	14.91	3.82	1.55
8	-0.70	15.96	4.53	2.00
9	-0.80	17.03	5.31	2.53
10	-0.90	18.10	6.19	3.14
11	-1.00	19.19	7.14	3.85
12	-1.10	20.29	8.18	4.66
13	-1.20	21.40	9.30	5.58
14	-1.30	22.52	10.50	6.62
15	-1.40	23.65	11.79	7.78
16	-1.50	24.79	13.17	9.08

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	58 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	25.94	14.62	10.53
18	-1.70	27.11	16.16	12.12
19	-1.80	28.29	17.78	13.88
20	-1.90	29.47	19.49	15.81
21	-2.00	30.67	21.28	17.91
22	-2.10	31.88	23.15	20.20
23	-2.20	33.10	25.11	22.69
24	-2.30	34.33	27.15	25.38
25	-2.40	35.58	29.27	28.27
26	-2.50	36.83	31.48	31.39
27	-2.60	38.10	33.77	34.74
28	-2.70	39.37	36.14	38.32
29	-2.80	40.66	38.60	42.14
30	-2.90	41.96	41.14	46.22
31	-3.00	43.27	43.76	50.56
32	-3.10	44.59	46.47	55.17
33	-3.20	45.93	49.26	60.06
34	-3.30	47.27	52.13	65.23
35	-3.40	48.63	55.09	70.70

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	7.48	1.35	0.00
2	-0.10	8.46	1.54	0.16
3	-0.20	9.46	1.82	0.35
4	-0.30	10.47	2.17	0.58
5	-0.40	11.49	2.59	0.84
6	-0.50	12.52	3.09	1.15
7	-0.60	13.56	3.67	1.52
8	-0.70	14.62	4.31	1.95
9	-0.80	15.68	5.04	2.46
10	-0.90	16.76	5.83	3.04
11	-1.00	17.84	6.71	3.71
12	-1.10	18.94	7.65	4.47
13	-1.20	20.05	8.68	5.33
14	-1.30	21.17	9.77	6.30
15	-1.40	22.30	10.94	7.38
16	-1.50	23.44	12.19	8.59
17	-1.60	24.60	13.51	9.94
18	-1.70	25.76	14.91	11.41
19	-1.80	26.94	16.38	13.04
20	-1.90	28.13	17.92	14.82
21	-2.00	29.33	19.54	16.76
22	-2.10	30.54	21.24	18.87
23	-2.20	31.76	23.01	21.15
24	-2.30	32.99	24.85	23.62
25	-2.40	34.23	26.77	26.28
26	-2.50	35.49	28.77	29.13
27	-2.60	36.75	30.84	32.20
28	-2.70	38.03	32.98	35.48
29	-2.80	39.32	35.20	38.97
30	-2.90	40.62	37.49	42.70
31	-3.00	41.93	39.86	46.66
32	-3.10	43.25	42.30	50.87
33	-3.20	44.58	44.82	55.33
34	-3.30	45.93	47.41	60.04
35	-3.40	47.28	50.08	65.02

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	10.92	33.00
2	-0.10	13.56	10.96	34.12
3	-0.20	14.90	11.07	35.26
4	-0.30	16.26	11.26	36.41
5	-0.40	17.64	11.52	37.58
6	-0.50	19.03	11.86	38.79
7	-0.60	20.44	12.27	40.05
8	-0.70	21.86	12.76	41.34

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	59 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
9	-0.80	23.30	13.32	42.70
10	-0.90	24.75	13.96	44.12
11	-1.00	26.22	14.67	45.61
12	-1.10	27.70	15.45	47.17
13	-1.20	29.20	16.31	48.83
14	-1.30	30.71	17.25	50.57
15	-1.40	32.24	18.26	52.42
16	-1.50	33.78	19.34	54.37
17	-1.60	35.34	20.50	56.44
18	-1.70	36.91	21.74	58.64
19	-1.80	38.50	23.05	60.96
20	-1.90	40.10	24.43	63.42
21	-2.00	41.72	25.89	66.03
22	-2.10	43.35	27.43	68.80
23	-2.20	45.00	29.04	71.72
24	-2.30	46.67	30.72	74.81
25	-2.40	48.34	32.48	78.08
26	-2.50	50.04	34.32	81.53
27	-2.60	51.75	36.22	85.17
28	-2.70	53.47	38.21	89.01
29	-2.80	55.21	40.27	93.06
30	-2.90	56.96	42.40	97.32
31	-3.00	58.73	44.61	101.80
32	-3.10	60.52	46.89	106.51
33	-3.20	62.32	49.25	111.46
34	-3.30	64.13	51.68	116.65
35	-3.40	65.96	54.19	122.09

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	10.92	33.00
2	-0.10	13.21	10.96	34.12
3	-0.20	14.21	11.07	35.25
4	-0.30	15.22	11.26	36.40
5	-0.40	16.24	11.52	37.58
6	-0.50	17.27	11.86	38.78
7	-0.60	18.31	12.27	40.03
8	-0.70	19.36	12.76	41.33
9	-0.80	20.43	13.32	42.67
10	-0.90	21.50	13.96	44.08
11	-1.00	22.59	14.67	45.57
12	-1.10	23.69	15.45	47.12
13	-1.20	24.80	16.31	48.77
14	-1.30	25.92	17.25	50.50
15	-1.40	27.05	18.26	52.34
16	-1.50	28.19	19.34	54.28
17	-1.60	29.35	20.50	56.34
18	-1.70	30.51	21.74	58.52
19	-1.80	31.69	23.05	60.83
20	-1.90	32.88	24.43	63.27
21	-2.00	34.07	25.89	65.87
22	-2.10	35.28	27.43	68.61
23	-2.20	36.50	29.04	71.51
24	-2.30	37.74	30.72	74.59
25	-2.40	38.98	32.48	77.83
26	-2.50	40.23	34.32	81.26
27	-2.60	41.50	36.22	84.88
28	-2.70	42.78	38.21	88.70
29	-2.80	44.07	40.27	92.72
30	-2.90	45.36	42.40	96.96
31	-3.00	46.67	44.61	101.41
32	-3.10	48.00	46.89	106.09
33	-3.20	49.33	49.25	111.01
34	-3.30	50.67	51.68	116.17
35	-3.40	52.03	54.19	121.58

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
----	----------	-----------	-----------	------------

BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	60 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	10.92	33.00
2	-0.10	13.56	10.96	34.12
3	-0.20	14.90	11.07	35.26
4	-0.30	16.26	11.26	36.41
5	-0.40	17.64	11.52	37.58
6	-0.50	19.03	11.86	38.79
7	-0.60	20.44	12.27	40.05
8	-0.70	21.86	12.76	41.34
9	-0.80	23.30	13.32	42.70
10	-0.90	24.75	13.96	44.12
11	-1.00	26.22	14.67	45.61
12	-1.10	27.70	15.45	47.17
13	-1.20	29.20	16.31	48.83
14	-1.30	30.71	17.25	50.57
15	-1.40	32.24	18.26	52.42
16	-1.50	33.78	19.34	54.37
17	-1.60	35.34	20.50	56.44
18	-1.70	36.91	21.74	58.64
19	-1.80	38.50	23.05	60.96
20	-1.90	40.10	24.43	63.42
21	-2.00	41.72	25.89	66.03
22	-2.10	43.35	27.43	68.80
23	-2.20	45.00	29.04	71.72
24	-2.30	46.67	30.72	74.81
25	-2.40	48.34	32.48	78.08
26	-2.50	50.04	34.32	81.53
27	-2.60	51.75	36.22	85.17
28	-2.70	53.47	38.21	89.01
29	-2.80	55.21	40.27	93.06
30	-2.90	56.96	42.40	97.32
31	-3.00	58.73	44.61	101.80
32	-3.10	60.52	46.89	106.51
33	-3.20	62.32	49.25	111.46
34	-3.30	64.13	51.68	116.65
35	-3.40	65.96	54.19	122.09

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	13.65	41.25
2	-0.10	13.56	13.69	42.65
3	-0.20	14.90	13.80	44.05
4	-0.30	16.26	13.99	45.48
5	-0.40	17.64	14.25	46.93
6	-0.50	19.03	14.59	48.41
7	-0.60	20.44	15.00	49.93
8	-0.70	21.86	15.49	51.51
9	-0.80	23.30	16.05	53.13
10	-0.90	24.75	16.69	54.82
11	-1.00	26.22	17.40	56.59
12	-1.10	27.70	18.18	58.43
13	-1.20	29.20	19.04	60.35
14	-1.30	30.71	19.98	62.37
15	-1.40	32.24	20.99	64.49
16	-1.50	33.78	22.07	66.72
17	-1.60	35.34	23.23	69.06
18	-1.70	36.91	24.47	71.53
19	-1.80	38.50	25.78	74.13
20	-1.90	40.10	27.16	76.86
21	-2.00	41.72	28.62	79.74
22	-2.10	43.35	30.16	82.78
23	-2.20	45.00	31.77	85.98
24	-2.30	46.67	33.45	89.34
25	-2.40	48.34	35.21	92.88
26	-2.50	50.04	37.05	96.61
27	-2.60	51.75	38.95	100.52
28	-2.70	53.47	40.94	104.63
29	-2.80	55.21	43.00	108.95
30	-2.90	56.96	45.13	113.49
31	-3.00	58.73	47.34	118.24
32	-3.10	60.52	49.62	123.23
33	-3.20	62.32	51.98	128.45
34	-3.30	64.13	54.41	133.91
35	-3.40	65.96	56.92	139.62

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	61 di 81

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	13.65	41.25
2	-0.10	13.21	13.69	42.65
3	-0.20	14.21	13.80	44.05
4	-0.30	15.22	13.99	45.47
5	-0.40	16.24	14.25	46.92
6	-0.50	17.27	14.59	48.40
7	-0.60	18.31	15.00	49.92
8	-0.70	19.36	15.49	51.49
9	-0.80	20.43	16.05	53.11
10	-0.90	21.50	16.69	54.79
11	-1.00	22.59	17.40	56.55
12	-1.10	23.69	18.18	58.38
13	-1.20	24.80	19.04	60.29
14	-1.30	25.92	19.98	62.30
15	-1.40	27.05	20.99	64.41
16	-1.50	28.19	22.07	66.62
17	-1.60	29.35	23.23	68.95
18	-1.70	30.51	24.47	71.41
19	-1.80	31.69	25.78	73.99
20	-1.90	32.88	27.16	76.71
21	-2.00	34.07	28.62	79.58
22	-2.10	35.28	30.16	82.59
23	-2.20	36.50	31.77	85.77
24	-2.30	37.74	33.45	89.12
25	-2.40	38.98	35.21	92.64
26	-2.50	40.23	37.05	96.34
27	-2.60	41.50	38.95	100.23
28	-2.70	42.78	40.94	104.32
29	-2.80	44.07	43.00	108.62
30	-2.90	45.36	45.13	113.12
31	-3.00	46.67	47.34	117.85
32	-3.10	48.00	49.62	122.81
33	-3.20	49.33	51.98	128.00
34	-3.30	50.67	54.41	133.43
35	-3.40	52.03	56.92	139.11

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	12.22	13.65	41.25
2	-0.10	13.56	13.69	42.65
3	-0.20	14.90	13.80	44.05
4	-0.30	16.26	13.99	45.48
5	-0.40	17.64	14.25	46.93
6	-0.50	19.03	14.59	48.41
7	-0.60	20.44	15.00	49.93
8	-0.70	21.86	15.49	51.51
9	-0.80	23.30	16.05	53.13
10	-0.90	24.75	16.69	54.82
11	-1.00	26.22	17.40	56.59
12	-1.10	27.70	18.18	58.43
13	-1.20	29.20	19.04	60.35
14	-1.30	30.71	19.98	62.37
15	-1.40	32.24	20.99	64.49
16	-1.50	33.78	22.07	66.72
17	-1.60	35.34	23.23	69.06
18	-1.70	36.91	24.47	71.53
19	-1.80	38.50	25.78	74.13
20	-1.90	40.10	27.16	76.86
21	-2.00	41.72	28.62	79.74
22	-2.10	43.35	30.16	82.78
23	-2.20	45.00	31.77	85.98
24	-2.30	46.67	33.45	89.34
25	-2.40	48.34	35.21	92.88
26	-2.50	50.04	37.05	96.61
27	-2.60	51.75	38.95	100.52
28	-2.70	53.47	40.94	104.63
29	-2.80	55.21	43.00	108.95
30	-2.90	56.96	45.13	113.49

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	62 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
31	-3.00	58.73	47.34	118.24
32	-3.10	60.52	49.62	123.23
33	-3.20	62.32	51.98	128.45
34	-3.30	64.13	54.41	133.91
35	-3.40	65.96	56.92	139.62

Combinazione n° 19 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	8.15	7.28	22.00
2	-0.10	9.14	7.31	22.75
3	-0.20	10.13	7.39	23.51
4	-0.30	11.14	7.53	24.28
5	-0.40	12.16	7.73	25.06
6	-0.50	13.19	7.98	25.88
7	-0.60	14.24	8.28	26.72
8	-0.70	15.29	8.64	27.60
9	-0.80	16.35	9.06	28.52
10	-0.90	17.43	9.53	29.49
11	-1.00	18.52	10.06	30.51
12	-1.10	19.61	10.64	31.59
13	-1.20	20.72	11.27	32.73
14	-1.30	21.84	11.97	33.94
15	-1.40	22.97	12.72	35.22
16	-1.50	24.12	13.52	36.59
17	-1.60	25.27	14.38	38.04
18	-1.70	26.44	15.29	39.58
19	-1.80	27.61	16.27	41.22
20	-1.90	28.80	17.29	42.96
21	-2.00	30.00	18.37	44.81
22	-2.10	31.21	19.51	46.77
23	-2.20	32.43	20.70	48.86
24	-2.30	33.66	21.95	51.06
25	-2.40	34.91	23.25	53.40
26	-2.50	36.16	24.61	55.87
27	-2.60	37.43	26.02	58.49
28	-2.70	38.70	27.49	61.25
29	-2.80	39.99	29.02	64.17
30	-2.90	41.29	30.60	67.24
31	-3.00	42.60	32.23	70.48
32	-3.10	43.92	33.92	73.88
33	-3.20	45.25	35.67	77.46
34	-3.30	46.60	37.47	81.23
35	-3.40	47.95	39.33	85.17

Combinazione n° 20 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	8.15	0.00	0.00
2	-0.10	9.14	0.03	0.02
3	-0.20	10.13	0.11	0.05
4	-0.30	11.14	0.25	0.09
5	-0.40	12.16	0.45	0.15
6	-0.50	13.19	0.70	0.24
7	-0.60	14.24	1.00	0.35
8	-0.70	15.29	1.36	0.50
9	-0.80	16.35	1.78	0.70
10	-0.90	17.43	2.25	0.94
11	-1.00	18.52	2.78	1.23
12	-1.10	19.61	3.36	1.58
13	-1.20	20.72	3.99	1.99
14	-1.30	21.84	4.69	2.47
15	-1.40	22.97	5.44	3.03
16	-1.50	24.12	6.24	3.67
17	-1.60	25.27	7.10	4.39
18	-1.70	26.44	8.01	5.20
19	-1.80	27.61	8.99	6.12
20	-1.90	28.80	10.01	7.13
21	-2.00	30.00	11.09	8.25
22	-2.10	31.21	12.23	9.49

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	63 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
23	-2.20	32.43	13.42	10.84
24	-2.30	33.66	14.67	12.32
25	-2.40	34.91	15.97	13.93
26	-2.50	36.16	17.33	15.67
27	-2.60	37.43	18.74	17.56
28	-2.70	38.70	20.21	19.60
29	-2.80	39.99	21.74	21.78
30	-2.90	41.29	23.32	24.13
31	-3.00	42.60	24.95	26.64
32	-3.10	43.92	26.64	29.31
33	-3.20	45.25	28.39	32.17
34	-3.30	46.60	30.19	35.20
35	-3.40	47.95	32.05	38.42

Combinazione n° 21 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	8.15	0.00	0.00
2	-0.10	9.14	0.03	0.02
3	-0.20	10.13	0.11	0.05
4	-0.30	11.14	0.25	0.09
5	-0.40	12.16	0.45	0.15
6	-0.50	13.19	0.70	0.24
7	-0.60	14.24	1.00	0.35
8	-0.70	15.29	1.36	0.50
9	-0.80	16.35	1.78	0.70
10	-0.90	17.43	2.25	0.94
11	-1.00	18.52	2.78	1.23
12	-1.10	19.61	3.36	1.58
13	-1.20	20.72	3.99	1.99
14	-1.30	21.84	4.69	2.47
15	-1.40	22.97	5.44	3.03
16	-1.50	24.12	6.24	3.67
17	-1.60	25.27	7.10	4.39
18	-1.70	26.44	8.01	5.20
19	-1.80	27.61	8.99	6.12
20	-1.90	28.80	10.01	7.13
21	-2.00	30.00	11.09	8.25
22	-2.10	31.21	12.23	9.49
23	-2.20	32.43	13.42	10.84
24	-2.30	33.66	14.67	12.32
25	-2.40	34.91	15.97	13.93
26	-2.50	36.16	17.33	15.67
27	-2.60	37.43	18.74	17.56
28	-2.70	38.70	20.21	19.60
29	-2.80	39.99	21.74	21.78
30	-2.90	41.29	23.32	24.13
31	-3.00	42.60	24.95	26.64
32	-3.10	43.92	26.64	29.31
33	-3.20	45.25	28.39	32.17
34	-3.30	46.60	30.19	35.20
35	-3.40	47.95	32.05	38.42

Combinazione n° 22 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	8.15	9.10	27.50
2	-0.10	9.14	9.13	28.43
3	-0.20	10.13	9.21	29.37
4	-0.30	11.14	9.35	30.32
5	-0.40	12.16	9.55	31.29
6	-0.50	13.19	9.80	32.29
7	-0.60	14.24	10.10	33.31
8	-0.70	15.29	10.46	34.37
9	-0.80	16.35	10.88	35.48
10	-0.90	17.43	11.35	36.63
11	-1.00	18.52	11.88	37.83
12	-1.10	19.61	12.46	39.09
13	-1.20	20.72	13.09	40.41
14	-1.30	21.84	13.79	41.80

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	64 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
15	-1.40	22.97	14.54	43.27
16	-1.50	24.12	15.34	44.82
17	-1.60	25.27	16.20	46.45
18	-1.70	26.44	17.11	48.17
19	-1.80	27.61	18.09	50.00
20	-1.90	28.80	19.11	51.92
21	-2.00	30.00	20.19	53.95
22	-2.10	31.21	21.33	56.10
23	-2.20	32.43	22.52	58.36
24	-2.30	33.66	23.77	60.75
25	-2.40	34.91	25.07	63.27
26	-2.50	36.16	26.43	65.92
27	-2.60	37.43	27.84	68.72
28	-2.70	38.70	29.31	71.67
29	-2.80	39.99	30.84	74.76
30	-2.90	41.29	32.42	78.02
31	-3.00	42.60	34.05	81.44
32	-3.10	43.92	35.74	85.02
33	-3.20	45.25	37.49	88.79
34	-3.30	46.60	39.29	92.73
35	-3.40	47.95	41.15	96.86

Combinazione n° 23 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	8.15	4.55	13.75
2	-0.10	9.14	4.58	14.23
3	-0.20	10.13	4.66	14.71
4	-0.30	11.14	4.80	15.21
5	-0.40	12.16	5.00	15.72
6	-0.50	13.19	5.25	16.26
7	-0.60	14.24	5.55	16.83
8	-0.70	15.29	5.91	17.44
9	-0.80	16.35	6.33	18.09
10	-0.90	17.43	6.80	18.78
11	-1.00	18.52	7.33	19.53
12	-1.10	19.61	7.91	20.33
13	-1.20	20.72	8.54	21.20
14	-1.30	21.84	9.24	22.14
15	-1.40	22.97	9.99	23.15
16	-1.50	24.12	10.79	24.24
17	-1.60	25.27	11.65	25.42
18	-1.70	26.44	12.56	26.69
19	-1.80	27.61	13.54	28.06
20	-1.90	28.80	14.56	29.52
21	-2.00	30.00	15.64	31.10
22	-2.10	31.21	16.78	32.79
23	-2.20	32.43	17.97	34.60
24	-2.30	33.66	19.22	36.53
25	-2.40	34.91	20.52	38.60
26	-2.50	36.16	21.88	40.80
27	-2.60	37.43	23.29	43.14
28	-2.70	38.70	24.76	45.63
29	-2.80	39.99	26.29	48.27
30	-2.90	41.29	27.87	51.07
31	-3.00	42.60	29.50	54.04
32	-3.10	43.92	31.19	57.17
33	-3.20	45.25	32.94	60.48
34	-3.30	46.60	34.74	63.97
35	-3.40	47.95	36.60	67.64

*Fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	15.05	0.66
3	-0.57	0.00	29.53	2.62
4	-0.49	0.00	43.44	5.81

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	65 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
5	-0.40	0.00	56.79	10.20
6	0.15	0.00	-80.52	-107.76
7	0.25	0.00	-82.28	-99.62
8	0.35	0.00	-83.30	-91.33
9	0.45	0.00	-83.58	-82.98
10	0.55	0.00	-83.13	-74.64
11	0.65	0.00	-81.94	-66.38
12	0.75	0.00	-80.01	-58.28
13	0.85	0.00	-77.34	-50.40
14	0.95	0.00	-73.94	-42.83
15	1.05	0.00	-69.80	-35.64
16	1.15	0.00	-64.93	-28.90
17	1.25	0.00	-59.32	-22.68
18	1.35	0.00	-52.97	-17.06
19	1.45	0.00	-45.88	-12.11
20	1.55	0.00	-38.06	-7.91
21	1.65	0.00	-29.49	-4.52
22	1.75	0.00	-20.20	-2.03
23	1.85	0.00	-10.19	-0.51
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	16.38	0.72
3	-0.57	0.00	32.10	2.85
4	-0.49	0.00	47.14	6.32
5	-0.40	0.00	61.51	11.08
6	0.15	0.00	-91.73	-120.82
7	0.25	0.00	-93.77	-111.54
8	0.35	0.00	-94.93	-102.10
9	0.45	0.00	-95.21	-92.58
10	0.55	0.00	-94.63	-83.08
11	0.65	0.00	-93.17	-73.69
12	0.75	0.00	-90.83	-64.48
13	0.85	0.00	-87.62	-55.55
14	0.95	0.00	-83.53	-46.99
15	1.05	0.00	-78.57	-38.87
16	1.15	0.00	-72.74	-31.30
17	1.25	0.00	-66.03	-24.35
18	1.35	0.00	-58.45	-18.12
19	1.45	0.00	-50.00	-12.69
20	1.55	0.00	-40.67	-8.15
21	1.65	0.00	-30.58	-4.59
22	1.75	0.00	-20.38	-2.04
23	1.85	0.00	-10.19	-0.51
24	1.95	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	14.00	0.62
3	-0.57	0.00	27.51	2.44
4	-0.49	0.00	40.53	5.42
5	-0.40	0.00	53.07	9.51
6	0.15	0.00	-29.24	-57.11
7	0.25	0.00	-33.00	-53.99
8	0.35	0.00	-36.13	-50.53
9	0.45	0.00	-38.62	-46.79
10	0.55	0.00	-40.48	-42.83
11	0.65	0.00	-41.71	-38.71
12	0.75	0.00	-42.30	-34.51
13	0.85	0.00	-42.26	-30.27
14	0.95	0.00	-41.59	-26.07
15	1.05	0.00	-40.28	-21.98
16	1.15	0.00	-38.34	-18.04
17	1.25	0.00	-35.77	-14.33
18	1.35	0.00	-32.56	-10.91

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	66 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	1.45	0.00	-28.71	-7.84
20	1.55	0.00	-24.24	-5.19
21	1.65	0.00	-19.13	-3.01
22	1.75	0.00	-13.39	-1.38
23	1.85	0.00	-7.01	-0.36
24	1.95	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	12.57	0.55
3	-0.57	0.00	24.66	2.19
4	-0.49	0.00	36.29	4.86
5	-0.40	0.00	47.45	8.52
6	0.15	0.00	-51.93	-76.37
7	0.25	0.00	-54.25	-71.05
8	0.35	0.00	-55.95	-65.54
9	0.45	0.00	-57.04	-59.88
10	0.55	0.00	-57.51	-54.15
11	0.65	0.00	-57.38	-48.40
12	0.75	0.00	-56.63	-42.70
13	0.85	0.00	-55.26	-37.10
14	0.95	0.00	-53.29	-31.66
15	1.05	0.00	-50.70	-26.46
16	1.15	0.00	-47.50	-21.54
17	1.25	0.00	-43.68	-16.98
18	1.35	0.00	-39.25	-12.83
19	1.45	0.00	-34.21	-9.15
20	1.55	0.00	-28.56	-6.01
21	1.65	0.00	-22.29	-3.46
22	1.75	0.00	-15.41	-1.57
23	1.85	0.00	-7.92	-0.40
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	16.35	0.72
3	-0.57	0.00	32.18	2.85
4	-0.49	0.00	47.47	6.33
5	-0.40	0.00	62.24	11.14
6	0.15	0.00	-39.39	-68.99
7	0.25	0.00	-43.07	-64.86
8	0.35	0.00	-46.05	-60.40
9	0.45	0.00	-48.35	-55.67
10	0.55	0.00	-49.96	-50.75
11	0.65	0.00	-50.88	-45.71
12	0.75	0.00	-51.10	-40.60
13	0.85	0.00	-50.64	-35.51
14	0.95	0.00	-49.49	-30.50
15	1.05	0.00	-47.65	-25.63
16	1.15	0.00	-45.11	-20.99
17	1.25	0.00	-41.89	-16.63
18	1.35	0.00	-37.97	-12.63
19	1.45	0.00	-33.37	-9.06
20	1.55	0.00	-28.08	-5.98
21	1.65	0.00	-22.09	-3.47
22	1.75	0.00	-15.42	-1.59
23	1.85	0.00	-8.05	-0.41
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	67 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	15.16	0.67
3	-0.57	0.00	29.85	2.64
4	-0.49	0.00	44.06	5.88
5	-0.40	0.00	57.78	10.34
6	0.15	0.00	-43.42	-69.49
7	0.25	0.00	-46.33	-65.00
8	0.35	0.00	-48.61	-60.25
9	0.45	0.00	-50.26	-55.30
10	0.55	0.00	-51.29	-50.22
11	0.65	0.00	-51.70	-45.06
12	0.75	0.00	-51.48	-39.90
13	0.85	0.00	-50.63	-34.79
14	0.95	0.00	-49.15	-29.79
15	1.05	0.00	-47.06	-24.98
16	1.15	0.00	-44.33	-20.40
17	1.25	0.00	-40.98	-16.13
18	1.35	0.00	-37.00	-12.23
19	1.45	0.00	-32.40	-8.75
20	1.55	0.00	-27.17	-5.77
21	1.65	0.00	-21.32	-3.34
22	1.75	0.00	-14.84	-1.53
23	1.85	0.00	-7.73	-0.39
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	16.22	0.71
3	-0.57	0.00	31.82	2.82
4	-0.49	0.00	46.82	6.27
5	-0.40	0.00	61.20	11.00
6	0.15	0.00	-76.41	-107.31
7	0.25	0.00	-78.94	-99.54
8	0.35	0.00	-80.67	-91.55
9	0.45	0.00	-81.60	-83.43
10	0.55	0.00	-81.73	-75.26
11	0.65	0.00	-81.07	-67.11
12	0.75	0.00	-79.60	-59.07
13	0.85	0.00	-77.33	-51.22
14	0.95	0.00	-74.27	-43.63
15	1.05	0.00	-70.40	-36.39
16	1.15	0.00	-65.74	-29.58
17	1.25	0.00	-60.27	-23.27
18	1.35	0.00	-54.01	-17.55
19	1.45	0.00	-46.95	-12.49
20	1.55	0.00	-39.09	-8.18
21	1.65	0.00	-30.43	-4.70
22	1.75	0.00	-20.97	-2.13
23	1.85	0.00	-10.71	-0.54
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	17.44	0.77
3	-0.57	0.00	34.27	3.03
4	-0.49	0.00	50.49	6.75
5	-0.40	0.00	66.11	11.85
6	0.15	0.00	-49.30	-82.86
7	0.25	0.00	-53.30	-77.72
8	0.35	0.00	-56.49	-72.22
9	0.45	0.00	-58.90	-66.45
10	0.55	0.00	-60.52	-60.47
11	0.65	0.00	-61.34	-54.37
12	0.75	0.00	-61.37	-48.23
13	0.85	0.00	-60.62	-42.12
14	0.95	0.00	-59.06	-36.13

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	68 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
15	1.05	0.00	-56.72	-30.33
16	1.15	0.00	-53.59	-24.81
17	1.25	0.00	-49.66	-19.64
18	1.35	0.00	-44.94	-14.91
19	1.45	0.00	-39.43	-10.68
20	1.55	0.00	-33.13	-7.05
21	1.65	0.00	-26.03	-4.08
22	1.75	0.00	-18.15	-1.87
23	1.85	0.00	-9.47	-0.48
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	16.25	0.71
3	-0.57	0.00	31.94	2.83
4	-0.49	0.00	47.08	6.29
5	-0.40	0.00	61.66	11.05
6	0.15	0.00	-53.33	-83.36
7	0.25	0.00	-56.56	-77.86
8	0.35	0.00	-59.05	-72.07
9	0.45	0.00	-60.81	-66.07
10	0.55	0.00	-61.85	-59.93
11	0.65	0.00	-62.16	-53.72
12	0.75	0.00	-61.75	-47.52
13	0.85	0.00	-60.60	-41.40
14	0.95	0.00	-58.73	-35.43
15	1.05	0.00	-56.13	-29.68
16	1.15	0.00	-52.80	-24.23
17	1.25	0.00	-48.75	-19.14
18	1.35	0.00	-43.97	-14.50
19	1.45	0.00	-38.46	-10.37
20	1.55	0.00	-32.22	-6.83
21	1.65	0.00	-25.26	-3.95
22	1.75	0.00	-17.57	-1.81
23	1.85	0.00	-9.15	-0.46
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	17.50	0.77
3	-0.57	0.00	34.29	3.04
4	-0.49	0.00	50.37	6.75
5	-0.40	0.00	65.74	11.84
6	0.15	0.00	-87.35	-120.54
7	0.25	0.00	-90.17	-111.66
8	0.35	0.00	-92.06	-102.54
9	0.45	0.00	-93.02	-93.27
10	0.55	0.00	-93.05	-83.96
11	0.65	0.00	-92.16	-74.69
12	0.75	0.00	-90.33	-65.56
13	0.85	0.00	-87.58	-56.66
14	0.95	0.00	-83.90	-48.08
15	1.05	0.00	-79.29	-39.91
16	1.15	0.00	-73.75	-32.25
17	1.25	0.00	-67.28	-25.19
18	1.35	0.00	-59.88	-18.83
19	1.45	0.00	-51.56	-13.25
20	1.55	0.00	-42.30	-8.55
21	1.65	0.00	-32.12	-4.82
22	1.75	0.00	-21.41	-2.14
23	1.85	0.00	-10.71	-0.54
24	1.95	0.00	0.00	0.00

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	69 di 81

Combinazione n° 19 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	11.54	0.51
3	-0.57	0.00	22.72	2.01
4	-0.49	0.00	33.54	4.47
5	-0.40	0.00	44.00	7.87
6	0.15	0.00	-26.73	-46.71
7	0.25	0.00	-29.21	-43.91
8	0.35	0.00	-31.22	-40.88
9	0.45	0.00	-32.76	-37.68
10	0.55	0.00	-33.84	-34.35
11	0.65	0.00	-34.45	-30.93
12	0.75	0.00	-34.60	-27.47
13	0.85	0.00	-34.28	-24.02
14	0.95	0.00	-33.49	-20.63
15	1.05	0.00	-32.24	-17.34
16	1.15	0.00	-30.52	-14.20
17	1.25	0.00	-28.34	-11.25
18	1.35	0.00	-25.69	-8.55
19	1.45	0.00	-22.57	-6.13
20	1.55	0.00	-18.99	-4.05
21	1.65	0.00	-14.94	-2.35
22	1.75	0.00	-10.43	-1.07
23	1.85	0.00	-5.45	-0.28
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 20 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	7.82	0.34
3	-0.57	0.00	15.53	1.37
4	-0.49	0.00	23.12	3.06
5	-0.40	0.00	30.61	5.41
6	0.15	0.00	-1.80	-8.73
7	0.25	0.00	-2.95	-8.49
8	0.35	0.00	-3.94	-8.15
9	0.45	0.00	-4.79	-7.71
10	0.55	0.00	-5.50	-7.19
11	0.65	0.00	-6.06	-6.62
12	0.75	0.00	-6.47	-5.99
13	0.85	0.00	-6.73	-5.33
14	0.95	0.00	-6.85	-4.65
15	1.05	0.00	-6.83	-3.96
16	1.15	0.00	-6.65	-3.29
17	1.25	0.00	-6.33	-2.63
18	1.35	0.00	-5.87	-2.02
19	1.45	0.00	-5.26	-1.47
20	1.55	0.00	-4.50	-0.98
21	1.65	0.00	-3.59	-0.57
22	1.75	0.00	-2.54	-0.26
23	1.85	0.00	-1.34	-0.07
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 21 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	7.36	0.32
3	-0.57	0.00	14.63	1.29
4	-0.49	0.00	21.80	2.88
5	-0.40	0.00	28.88	5.10
6	0.15	0.00	-3.91	-9.51
7	0.25	0.00	-4.74	-9.08
8	0.35	0.00	-5.45	-8.56
9	0.45	0.00	-6.03	-7.99
10	0.55	0.00	-6.49	-7.36

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	70 di 81

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
11	0.65	0.00	-6.83	-6.70
12	0.75	0.00	-7.04	-6.00
13	0.85	0.00	-7.13	-5.29
14	0.95	0.00	-7.10	-4.58
15	1.05	0.00	-6.95	-3.87
16	1.15	0.00	-6.67	-3.19
17	1.25	0.00	-6.26	-2.54
18	1.35	0.00	-5.74	-1.94
19	1.45	0.00	-5.09	-1.40
20	1.55	0.00	-4.32	-0.93
21	1.65	0.00	-3.42	-0.54
22	1.75	0.00	-2.41	-0.25
23	1.85	0.00	-1.26	-0.06
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 22 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	12.26	0.54
3	-0.57	0.00	24.10	2.13
4	-0.49	0.00	35.54	4.75
5	-0.40	0.00	46.57	8.34
6	0.15	0.00	-33.36	-55.96
7	0.25	0.00	-36.04	-52.49
8	0.35	0.00	-38.19	-48.77
9	0.45	0.00	-39.81	-44.87
10	0.55	0.00	-40.89	-40.83
11	0.65	0.00	-41.44	-36.71
12	0.75	0.00	-41.45	-32.56
13	0.85	0.00	-40.93	-28.43
14	0.95	0.00	-39.88	-24.39
15	1.05	0.00	-38.29	-20.47
16	1.15	0.00	-36.17	-16.75
17	1.25	0.00	-33.52	-13.26
18	1.35	0.00	-30.33	-10.06
19	1.45	0.00	-26.61	-7.21
20	1.55	0.00	-22.36	-4.76
21	1.65	0.00	-17.57	-2.76
22	1.75	0.00	-12.25	-1.26
23	1.85	0.00	-6.39	-0.32
24	1.95	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 23 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	9.58	0.42
3	-0.57	0.00	18.92	1.67
4	-0.49	0.00	28.01	3.72
5	-0.40	0.00	36.86	6.56
6	0.15	0.00	-19.69	-33.12
7	0.25	0.00	-21.29	-31.07
8	0.35	0.00	-22.57	-28.88
9	0.45	0.00	-23.54	-26.57
10	0.55	0.00	-24.19	-24.18
11	0.65	0.00	-24.52	-21.74
12	0.75	0.00	-24.54	-19.29
13	0.85	0.00	-24.23	-16.84
14	0.95	0.00	-23.62	-14.45
15	1.05	0.00	-22.68	-12.13
16	1.15	0.00	-21.43	-9.92
17	1.25	0.00	-19.86	-7.86
18	1.35	0.00	-17.97	-5.96
19	1.45	0.00	-15.77	-4.27
20	1.55	0.00	-13.25	-2.82
21	1.65	0.00	-10.41	-1.63
22	1.75	0.00	-7.26	-0.75
23	1.85	0.00	-3.79	-0.19
24	1.95	0.00	0.00	0.00

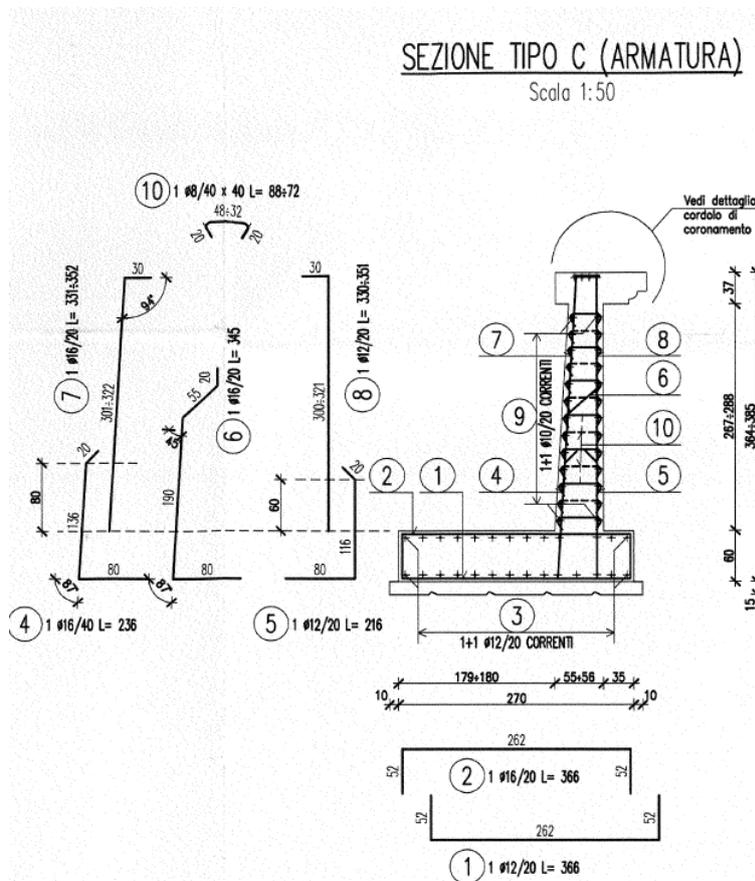
BA 03 P

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	71 di 81

## 8 VERIFICA SEZIONI DEL PARAMENTO E DELLA FONDAZIONE IN C.A.

Si effettua la verifica della sezione di base del paramento del muro in c.a. esistente, di tipo sezione C, di cui si riporta lo schema delle armature:



Si effettuano le verifiche strutturali della sezione di incastro del paramento e della fondazione:

Paramento

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Poco aggressive

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	72 di 81

 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	
	Resis. compr. di progetto fcd:	11.330	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-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	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	120.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

ACCIAIO LONG. -	Tipo:	FeB44K	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	430.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	430.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	373.90	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	373.90	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	344.00	MPa	

ACCIAIO STAFFE -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	430.00	MPa
	Resist. 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	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	344.00	MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

 Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C20/25

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-28.5
2	-50.0	28.5
3	50.0	28.5
4	50.0	-28.5

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	-22.5	16

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	73 di 81

2	-44.0	22.5	12
3	44.0	22.5	12
4	44.0	-22.5	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	3	12

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	52.00	140.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	48.00	97.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	48.00	97.00 (145.25)	0.00 (0.00)

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

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	74 di 81

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	48.00	49.00 (152.62)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	52.00	140.00	0.00	51.99	351.16	0.00	2.50	20.1(7.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00092	0.329	-50.0	28.5	0.00059	-44.0	22.5	-0.00187	-44.0	-22.5

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000054617	-0.000640623	0.329	0.851

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	75 di 81

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.80	50.0	28.5	-93.5	34.2	-22.5	1350	20.1

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.80	50.0	28.5	-93.5	34.2	-22.5	1350	20.1

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00055	0	0.500	16.0	52	0.00028 (0.00028)	359	0.101 (0.40)	145.25	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.44	-50.0	28.5	-41.9	34.2	-22.5	1300	20.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00025	0	0.500	16.0	52	0.00013 (0.00013)	353	0.044 (0.30)	152.62	0.00

La verifica risulta soddisfatta.

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	76 di 81

## Fondazione

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco 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
	Resis. compr. di progetto fcd:	11.330 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-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
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	120.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO LONG. -	Tipo:	FeB44K
	Resist. caratt. snervam. fyk:	430.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	430.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	373.90 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	373.90 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	344.00 MPa
ACCIAIO STAFFE -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	430.00 MPa
	Resist. 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	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	344.00 MPa

## CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C20/25

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-30.0
2	-50.0	30.0

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	77 di 81

3	50.0	30.0
4	50.0	-30.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	-24.0	16
2	-44.0	24.0	12
3	44.0	24.0	12
4	44.0	-24.0	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	121.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	56.00	0.00

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

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

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	78 di 81

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	56.00 (143.79)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	36.00 (143.79)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.4 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO**

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	N	0.00	121.00	0.00	0.00	186.65	0.00	1.54	10.1(7.2)

**METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE**

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00055	0.226	-50.0	30.0	0.00028	44.0	24.0	-0.00187	-44.0	-24.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

**BA 03 P**

 RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
 ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	79 di 81

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000044751	-0.000795479	0.226	0.723

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.89	-50.0	30.0	-111.0	-44.0	-24.0	1394	10.1

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.89	-50.0	30.0	-111.0	-44.0	-24.0	1394	10.1

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0	0.500	16.0	52	0.00033 (0.00033)	554	0.184 (0.40)	143.79	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.22	-50.0	30.0	-71.4	-22.0	-24.0	1394	10.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	80 di 81

1 S -0.00041 0 0.500 16.0 52 0.00021 (0.00021) 554 0.119 (0.30) 143.79 0.00

Si esegue la verifica a taglio del paramento: la verifica risulta soddisfatta.

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

#### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

#### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

#### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

Si esegue la verifica a taglio della fondazione: la verifica risulta soddisfatta.

**BA 03 P**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO  
ESISTENTE PER ANCORAGGIO BARRIERA ML H5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	RI0005 002	A	81 di 81

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

#### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

#### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

#### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale