

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J81H02000000001

## S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

## PROGETTO DEFINITIVO

## COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

## TRATTA PARMA - VICOFERTILE

OPERE CIVILI DI LINEA

TR01 - TRINCIA BD (PK. 1+124,00 - 1+590,00)

RELAZIONE DI CALCOLO MURI

SCALA:

-

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

IP00 00 D 26 CL TR0105 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	P. Cucino	Feb-22	M.Salleolini	Feb-22	G.Fadda	Feb-22	A.Perego Ott-22
B	AGGIORNAMENTO POST VERIFICA RFI	P. Cucino	Ott-22	M.Salleolini	Ott-22	G.Fadda	Ott-22	

File: IP0000D26CLTR0105001B.doc

n. Elab.: X

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>2 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	2 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	2 di 77								

1 Modelli di progettazione e risultati di analisi ..... 3

## 1 MODELLI DI PROGETTAZIONE E RISULTATI DI ANALISI

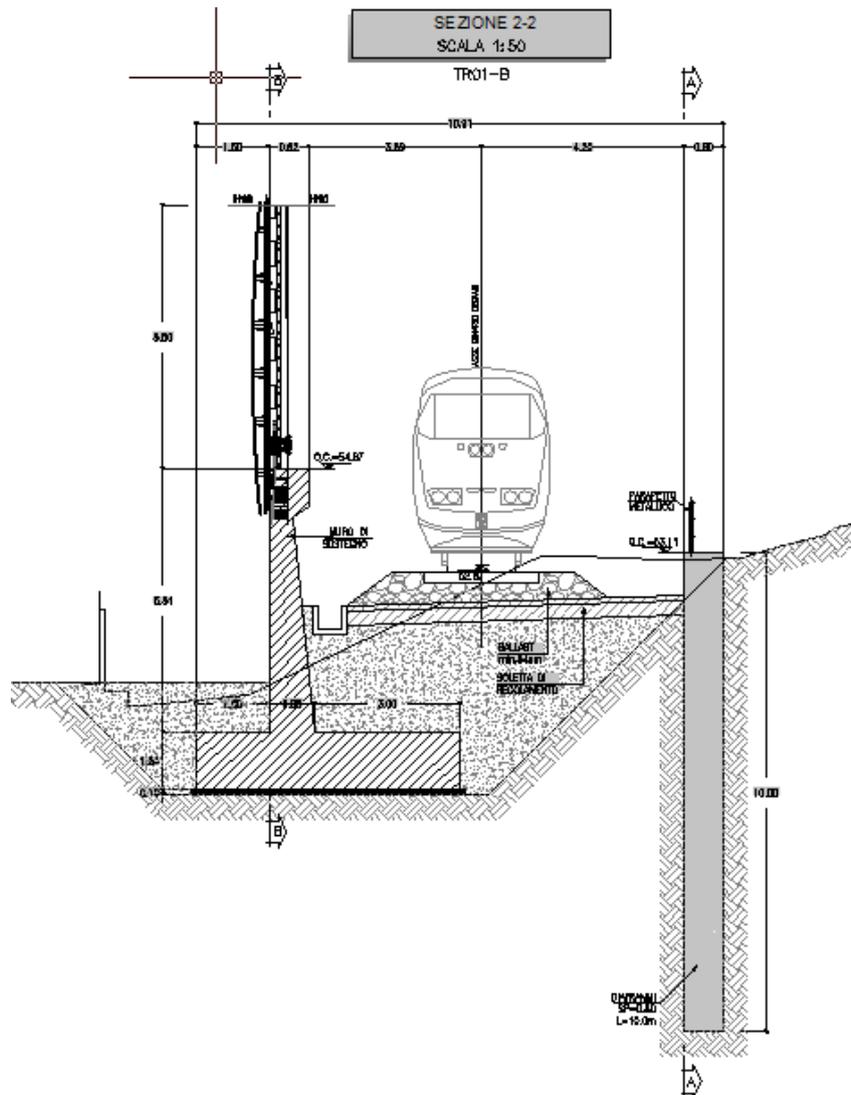


Figura. 1 Vista in sezione

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>4 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	4 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	4 di 77								

## 1 VITA NOMINALE E CLASSI D'USO

### 1.1 Vita Nominale

La vita nominale di progetto di una costruzione, così come definita al punto 2.4.1 del DM 17.01.2018, è intesa come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. Con riferimento alla tabella 2.4.1 del DM 17.01.2018, la vita nominale  $V_N$  delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella:

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
<p>(1) – La stessa <math>V_N</math> si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.</p> <p>(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.</p>	

#### Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

### 1.2 Classi d'uso

Il DM 17.01.2018 attribuisce alle costruzioni, in funzione della loro destinazione d'uso e quindi delle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in conseguenza di un evento sismico, diverse classi d'uso; a ciascuna classe corrisponde un coefficiente d'uso CU. Con riferimento alla classificazione di cui al punto 2.4.2 del DM 17.01.2018, la classe d'uso delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella 2.5.1.1.2-1

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>5 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	5 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	5 di 77								

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso <sup>(1)</sup>	Coefficiente d'uso [CU] <sup>(1)</sup>
FABBRICATI APPARTENENTI ALL'ELENCO A AI SENSI DEL DPCM 3685/2003	IV	2
GRANDI STAZIONI	IV	2
FABBRICATI APPARTENENTI ALL'ELENCO B AI SENSI DEL DPCM 3685/2003	III	1.5
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA <sup>(2)</sup>	III	1.5
ALTRE OPERE D'ARTE, FABBRICATI NON RIENTRANTI NELLE CLASSI D'USO III E IV	II	1
<p>(1) Qualora una costruzione sia interferente con un'altra infrastruttura di cui all'elenco A del DPCM 3685 del 2003 o all'elenco B del DPCM 3685 del 2003 dovrà essere presa in conto la più alta tra la classe d'uso assegnata alla costruzione attraverso la presente tabella e quella dell'infrastruttura con cui si realizza l'interferenza.</p> <p>(2) Ricadono in classe d'uso IV le opere d'arte nuove ricadenti nelle tratte di nodo di collegamento delle grandi stazioni con il sistema di grande viabilità ferroviaria</p>		

### Coefficienti d'uso per le infrastrutture ferroviarie

#### 1.3 Azioni sollecitanti esercitate dai carichi ferroviari

Il carico verticale ferroviario è definito per mezzo di diversi modelli di carico: in particolare sono forniti due treni di carico distinti, il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW2.

#### Coefficiente di adattamento $\alpha$

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea.

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Tabella 1 – Coefficiente di adattamento

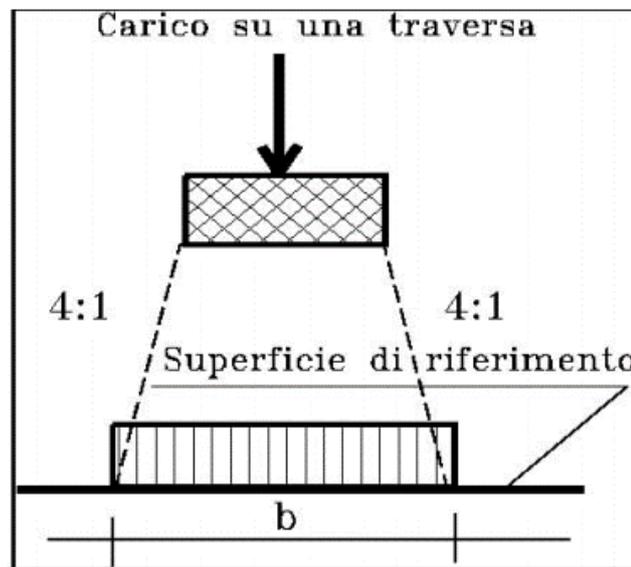
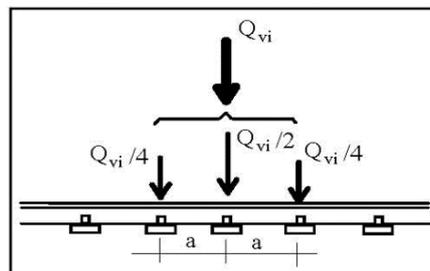
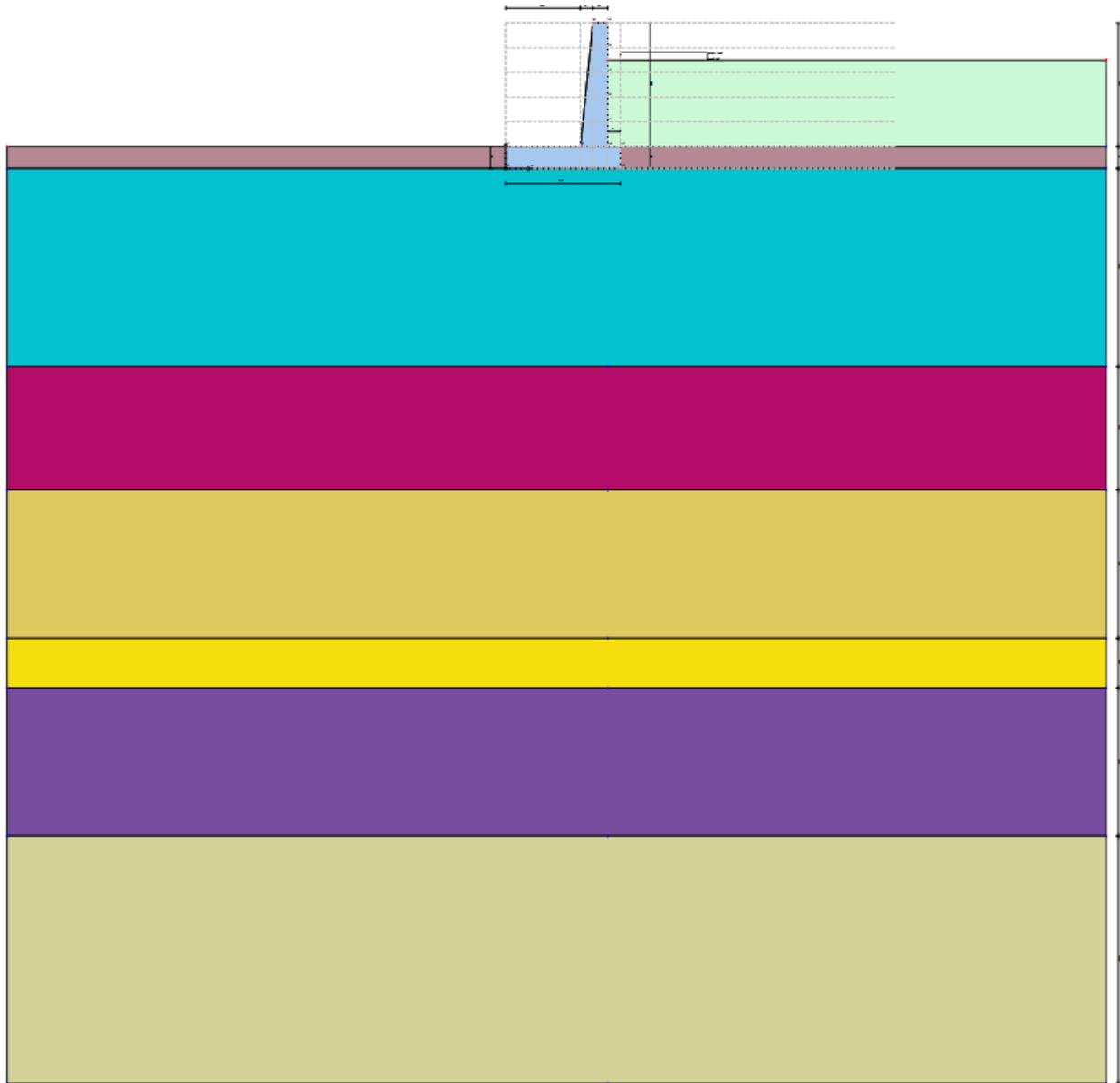


Figura. 2 – Diffusione del carico ferroviario







**Figura. 1 Figura 2 Modello di sezione Geostru**

Normative di riferimento:

NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>9 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	9 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	9 di 77								

## RELAZIONE DI CALCOLO

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Coulomb è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3$  H di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$d < (b - \varphi - e)$  secondo Muller-Breslau

$g_t$  = Peso unità di volume del terreno;

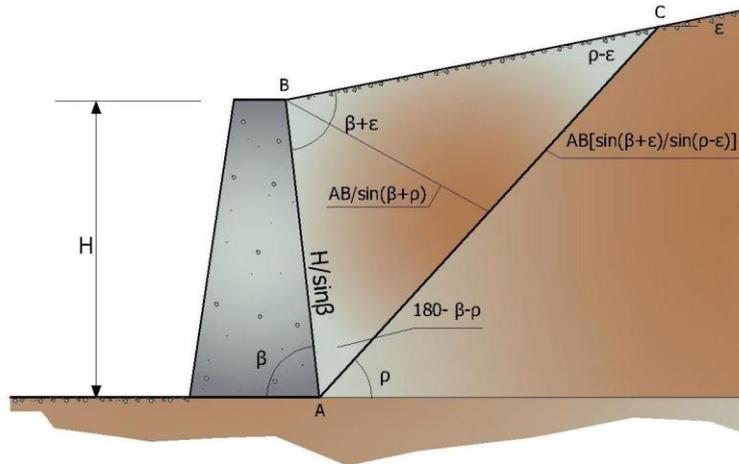
$b$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$j$  = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$d$  = Angolo di attrito terra-muro;

$e$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se  $e = d = 0$  e  $b = 90^\circ$  (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Mononobe & Okabe riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>11 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	11 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	11 di 77								

muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\alpha$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità  $\theta$  tale che:

$$\tan\theta = \left( \frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

#### Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$  nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>12 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	12 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	12 di 77								

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. I valori del coefficiente  $\beta_m$  possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di  $\beta_m$  incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

$S$  = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $PVR$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>13 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	13 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	13 di 77								

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

$a_{gR}$  = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

$\gamma_I$  = Fattore di importanza;

$S$  = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$  è la “design ground acceleration on type A ground”.

Il coefficiente sismico verticale  $k_v$  è definito in funzione di  $k_h$ , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

dove

$Q$  = Carico agente sul terrapieno.

Se  $Z_c < 0$  è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>14 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	14 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	14 di 77								

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a H/2.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S<sub>q</sub>:

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad H/2, avendo indicato con K<sub>a</sub> il coefficiente di spinta attiva secondo Muller-Breslau.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

H= Altezza muro;

k<sub>v</sub>= Coefficiente sismico verticale;

g= Peso per unità di volume del terreno;

K= Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

E<sub>ws</sub>= Spinta idrostatica dell'acqua;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>15 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	15 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	15 di 77								

$E_{wd}$  = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\vartheta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con  $H$  altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità  $z$ , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $g_t$  con  $g'_t$  ( $g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>16 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	16 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	16 di 77								

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di  $\delta$  pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di  $K_p$  secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>17 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	17 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	17 di 77								

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B \cdot L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  = Coesione non drenata;

$q$  = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$  = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right)$  per fondazioni rettangolari, il valore di  $s_c$  viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

$d_c$  = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$  con  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  altrimenti  $K = \arctan \frac{D}{B}$

$i_c$  = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico  $H$ ;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$  = Area efficace della fondazione;

$c_a$  = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO MURI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	18 di 77

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

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

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	19 di 77

$A' = B' \cdot L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  = Coesione non drenata;

$q$  = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$  = Fattore di forma,  $s_c = 0$  per fondazioni nastriformi;

$d_c$  = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$  con  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  altrimenti  $K = \arctan \frac{D}{B}$

$i_c$  = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$A_f$  = Area efficace della fondazione;

$c_a$  = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	20 di 77

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$

per forma rettangolare, quadrata o circolare.

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1$$

per fondazione nastriforme

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

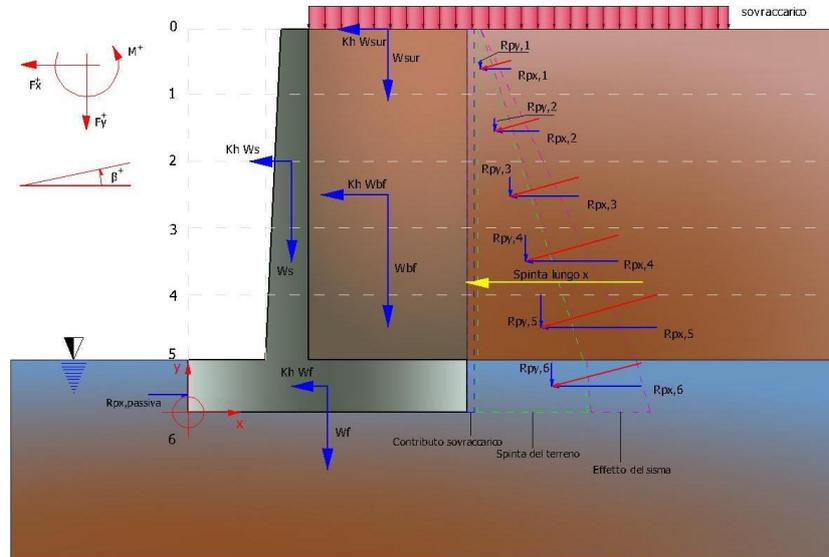
$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi) \cdot K$$

con  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  altrimenti  $K = \arctan \frac{D}{B}$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

### Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n-tratti.

### Convenzione segni

Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;

Forze orizzontali positive se dirette da monte verso valle;

Coppie positive se antiorarie;

Angoli positivi se antiorari.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>22 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	22 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	22 di 77								

### Dati generali

---

Lat./Long. [WGS84]	44.79971/10.296085
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

### Dati generali muro

---

Altezza muro	500.0 cm
Spessore testa muro	60.0 cm
Risega muro lato valle	50.0 cm
Risega muro lato monte	0.0 cm
Sporgenza mensola a valle	300.0 cm
Sporgenza mensola a monte	50.0 cm
Svaso mensola a valle	0.0 cm
Altezza estremità mensola a valle	90.0 cm
Altezza estremità mensola a monte	90.0 cm

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

---

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	75.0 [anni]
Vita di riferimento:	112.5 [anni]

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO TR0105001	REV B

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	68.0	0.637	2.487	0.263
S.L.D.	114.0	0.785	2.476	0.271
S.L.V.	1073.0	1.834	2.469	0.29
S.L.C.	2203.0	2.275	2.49	0.3

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.9555	0.18	0.0175	0.0088
S.L.D.	1.1775	0.18	0.0216	0.0108
S.L.V.	2.6097	0.24	0.0639	0.0319
S.L.C.	3.079	0.31	0.0973	0.0487

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

#### Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fed [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56
3	C28/35	35	32300	28	15.86	1.28	2.76

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO TR0105001	REV B

4	C40/50	50	35220	40	19.83	1.49	3.2
5	C30/37	37	32837	30	17	1.35	2.9

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	$\beta 1 * \beta 2$ iniziale	$\beta 1 * \beta 2$ finale
1	B450C	200000	450	391.3	540	391.3	0.075	0.0675	1	0.5
2	B450C*	200000	450	391.3	540	450	0.075	0.0675	1	0.5
3	B450C* *	200000	450	391.3	458.3	398.5	0.012	0.01	1	0.5
4	S235H	200000	240	210	360	210	0.012	0.01	1	0.5
5	S275H	200000	280	243	460	244	0.012	0.01	1	0.5
6	S355H	200000	360	312	510	360	0.012	0.01	1	0.5

Materiali impiegati realizzazione muro C30/37 B450C

Copriferro, Elevazione	3.0 cm
Copriferro, Fondazione	3.0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	3.0 cm

### Stratigrafia

Ns	Spessore (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione	
1	500	0	19.00	27	12.00	18	No		Sand	
2	90	0	19.00	27	12.00	18	No		Soft	

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	25 di 77

									silty clay	
3	800	0	19.00	37	0.00	25	No		Clay with gravel	
4	500	0	19.00	27	8.00	18	No		Clay with gravel	
5	600	0	19.00	37	0.00	25	No		Clay with gravel	
6	200	0	19.00	27	8.00	18	No		Loose silty sand	
7	600	0	19.00	37	0.00	24	No		Clay with gravel	
8	1000	0	19.00	27	8.00	18	No		Clay with gravel	

#### Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
Vehicle load	50.0	400.0	95.0	95.0	0.0

#### FATTORI DI COMBINAZIONE

##### A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.30
3	Weight of soil on shelf	1.30
4	Water table thrust	1.00

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	26 di 77

5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	0.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

**A\_Unitari+M1+RSLV**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.00
3	Weight of soil on shelf	1.00
4	Water table thrust	1.00
5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	0.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	27 di 77

3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

**A\_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.00
3	Weight of soil on shelf	1.00
4	Water table thrust	1.00
5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	0.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	28 di 77

	Ribaltamento	1
--	--------------	---

**SLE 4**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.00
3	Weight of soil on shelf	1.00
4	Water table thrust	1.00
5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

**GEO5**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.00
3	Weight of soil on shelf	1.00

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	29 di 77

4	Water table thrust	1.00
5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	1.30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

**SLE 6**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.00
3	Weight of soil on shelf	1.00
4	Water table thrust	1.00
5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	30 di 77

2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

**SLE 7**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Wall weight	1.00
2	Soil thrust	1.00
3	Weight of soil on shelf	1.00
4	Water table thrust	1.00
5	Seismic thrust in x	1.00
6	Seismic thrust in y	1.00
7	Vehicle load	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	31 di 77

3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

**A1+M1+R3 [GEO+STR]**

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
590.0	490.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
490.0	460.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>32 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	32 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	32 di 77								

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

- $\mu$  Angolo di direzione della spinta.
- $K_a$  Coefficiente di spinta attiva.
- $K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.
- $D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.
- $K_{ax}, K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
- $D_{kx}, D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

- $Q_i$  Quota iniziale strato (cm)
- $Q_f$  Quota finale strato (cm)
- $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
- $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
- $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	590.0	490.0	0.0	0.0	540.0	540.0

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	33 di 77

2	490.0	460.0	0.0	0.0	475.0	475.0
3	460.0	390.0	0.0	0.0	425.0	425.0
4	390.0	290.0	0.0	0.0	340.0	340.0
5	290.0	190.0	1.04	0.26	207.14	207.14
6	190.0	90.0	7.96	1.99	131.78	131.78

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py      Peso del muro (kN);  
 Px      Forza inerziale (kN);  
 Xp, Yp    Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
490.0	0.0	16.25	377.4	538.7
460.0	0.0	21.63	376.6	522.9
390.0	0.0	35.0	374.8	485.2
290.0	0.0	56.25	372.0	430.0
190.0	0.0	80.0	369.2	373.3
90.0	0.0	106.25	366.3	315.5

### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx      Forza in direzione x (kN);  
 Fy      Forza in direzione y (kN);  
 M      Momento (kNm);  
 H      Altezza sezione di calcolo (cm);

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	34 di 77

Quota	Fx	Fy	M	H
490.0	0.0	16.25	-0.39	70.0
460.0	0.0	21.63	-0.67	73.0
390.0	0.0	35.0	-1.68	80.0
290.0	0.0	56.25	-3.94	90.0
190.0	1.04	80.26	-7.31	100.0
90.0	8.99	108.5	-8.69	110.0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12.57)	4Ø20 (12.57)	16.69	321.16	S	303.07	0.0	5.55
4Ø20 (12.57)	4Ø20 (12.57)	22.06	337.63	S	303.07	0.0	5.55
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	35.79	466.1	S	303.07	0.0	5.55
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	57.13	536.54	S	303.07	0.0	5.55
6Ø20 (18.85)	6Ø20 (18.85)	81.89	722.82	S	330.43	0.0	312.42
6Ø20 (18.85)	6Ø20 (18.85)	110.41	812.54	S	356.69	0.0	38.89

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>35 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	35 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	35 di 77								

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (460.0/0.0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (460.0/460.0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$

## Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
90.0	1.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
1.0	0.0	19.0	0.0	37.0	24.7	0.0	0.0	

## Coefficienti di spinta ed inclinazioni

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	36 di 77

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.

$K_a$  Coefficiente di spinta attiva.

$K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.

$D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.

$K_{ax}$ ,  $K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.

$D_{kx}$ ,  $D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
24.7	0.23	0.0	0.0	0.21	0.09	0.0	0.0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm)

$Q_f$  Quota finale strato (cm)

$R_{px}$ ,  $R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

$Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

$Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	460.0	390.0	0.0	0.0	425.0	425.0
2	390.0	290.0	0.0	0.0	340.0	340.0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO TR0105001	REV B

3	290.0	190.0	0.92	0.36	206.75	206.75
4	190.0	90.0	7.29	2.86	131.69	131.69
5	90.0	1.0	11.79	6.35	41.59	43.69
6	1.0	0.0	0.34	0.16	0.5	0.5

## SPINTE IN FONDAZIONE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
90.0	0.0	19.0	180.0	37.0	24.7	0.0	180.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
---	----	-----	-----

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	38 di 77

204.7      4.02      -3.65      -1.68

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi      Quota iniziale strato (cm)

Qf      Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	90.0	0.0	-28.12	-12.93	30.0	30.0

### Sollecitazioni totali

Fx      Forza in direzione x (kN);

Fy      Forza in direzione y (kN);

M      Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	20.34	9.73	-28.33
Peso muro	0.0	106.25	-389.19
Peso fondazione	0.0	103.5	-238.05
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.0	45.7	-198.77
Spinte fondazione	-28.12	-12.93	-8.44

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO MURI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	39 di 77

-7.78

252.24

-862.79

Momento stabilizzante -870.76 kNm

Momento ribaltante 7.97 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	20.34 kN
Sommatoria forze verticali	265.17 kN
Coefficiente di attrito	0.75
Adesione	0.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	265.17 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	20.34 kN
Resistenza terreno	227.95 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>10.19</b>

**Traslazione verificata Csd>1.3**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-870.76 kNm
Momento ribaltante	7.97 kNm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>94.98</b>

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5**

### Carico limite verticale VESIC

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
<b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	40 di 77

Somma forze in direzione x (Fx)	-7.78 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	252.24 kN
Somma momenti	-862.79 kNm
Larghezza fondazione	460.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	112.05 cm
Peso unità di volume	19.0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	37.0 °
Coesione	0.0 kPa
Terreno sulla fondazione	90.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.0 KN/m <sup>3</sup>
Nq	42.92
Nc	55.63
Ng	66.19
Fattori di forma	
sq	1.0
sc	1.0
sg	1.0
Inclinazione carichi	
iq	0.94
ic	0.94
ig	0.91
Fattori di profondità	
dq	1.09
dc	1.15
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	4959.57 kN
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>14.04</b>

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>41 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	41 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	41 di 77								

### Carico limite verificato $C_{sq} > 2$

#### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	342.05 cm		
Larghezza della fondazione	460.0 cm		
x = 106.16 cm	0.00	kPa	
x = 460.0 cm	142.57 kPa		

#### MENSOLA A VALLE

- Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
- Fx Forza in direzione x (kN);
- Fy Forza in direzione y (kN);
- M Momento (kNm);
- H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
106.16	-28.12	10.97	3.17	90.0
300.0	-28.12	-21.13	17.76	90.0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

- Afi Area dei ferri inferiori.
- Afs Area dei ferri superiori.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	42 di 77

Nu Sforzo normale ultimo (kN);  
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);  
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);  
 Sic. VT  $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$   
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø20 (9.42)	5Ø20 (15.71)	28.72	523.77	S	303.48	0.0	27.14
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	28.45	525.75	S	303.48	0.0	14.08

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
410.0	0.34	-10.13	0.35	90.0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	43 di 77

Nu Sforzo normale ultimo (kN);  
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);  
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);  
 Sic. VT  $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$   
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	0.16	515.06	S	303.07	0.0	29.35

#### **A\_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]**

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0639

Coefficiente sismico verticale Kv 0.0319

#### **CALCOLO SPINTE**

##### **Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato (cm);  
 G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	44 di 77

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
590.0	490.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
490.0	460.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.

$K_a$  Coefficiente di spinta attiva.

$K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.

$D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.

$K_{ax}$ ,  $K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.

$D_{kx}$ ,  $D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.33	0.38	0.06	0.32	0.1	0.06	0.02
18.0	0.33	0.38	0.06	0.32	0.1	0.06	0.02
18.0	0.33	0.38	0.06	0.32	0.1	0.06	0.02
18.0	0.33	0.38	0.06	0.32	0.1	0.06	0.02

### Spinte risultanti e punto di applicazione

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	45 di 77

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	590.0	490.0	0.0	0.0	540.0	540.0
2	490.0	460.0	0.0	0.0	475.0	475.0
3	460.0	390.0	0.26	0.08	413.33	413.33
4	390.0	290.0	1.27	0.41	333.06	333.06
5	290.0	190.0	3.12	1.02	228.79	228.79
6	190.0	90.0	9.5	3.09	133.78	133.78

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

Py Peso del muro (kN);

Px Forza inerziale (kN);

Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
490.0	1.04	16.25	377.4	538.7
460.0	1.38	21.63	376.6	522.9
390.0	2.24	35.0	374.8	485.2
290.0	3.59	56.25	372.0	430.0
190.0	5.11	80.0	369.2	373.3

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	46 di 77

90.0      6.79      106.25      366.3      315.5

### Sollecitazioni sul muro

Quota      Origine ordinata minima del muro (cm).

Fx      Forza in direzione x (kN);

Fy      Forza in direzione y (kN);

M      Momento (kNm);

H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
490.0	1.04	16.25	0.12	70.0
460.0	1.38	21.63	0.2	73.0
390.0	2.5	35.08	0.48	80.0
290.0	5.12	56.75	1.74	90.0
190.0	9.76	81.51	4.89	100.0
90.0	20.95	110.85	13.3	110.0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv      Area dei ferri lato valle.

Afm      Area dei ferri lato monte.

Nu      Sforzo normale ultimo (kN);

Mu      Momento flettente ultimo (kNm);

Vrd      Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);

Vwd      Resistenza a taglio piegati (kN);

Sic. VT       $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$

Vsdu      Taglio di calcolo (kN);

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	47 di 77

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12.57)	4Ø20 (12.57)	16.69	321.16	S	249.64	0.0	235.77
4Ø20 (12.57)	4Ø20 (12.57)	22.06	337.63	S	257.9	0.0	183.03
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	35.79	466.1	S	277.0	0.0	108.85
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	57.75	536.77	S	303.91	0.0	58.18
6Ø20 (18.85)	6Ø20 (18.85)	82.94	723.26	S	330.45	0.0	33.19
6Ø20 (18.85)	6Ø20 (18.85)	113.08	813.76	S	356.72	0.0	16.7

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (460.0/0.0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (460.0/460.0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$

## Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	48 di 77

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
90.0	1.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
1.0	0.0	19.0	0.0	37.0	24.7	0.0	0.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.

Ka Coefficiente di spinta attiva.

Kd Coefficiente di spinta dinamica.

Dk Coefficiente di incremento dinamico.

Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.

Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
27.0	0.33	0.38	0.06	0.29	0.15	0.06	0.03
27.0	0.33	0.38	0.06	0.29	0.15	0.06	0.03
27.0	0.33	0.38	0.06	0.29	0.15	0.06	0.03
27.0	0.33	0.38	0.06	0.29	0.15	0.06	0.03
18.0	0.33	0.38	0.06	0.32	0.1	0.06	0.02
24.7	0.23	0.26	0.05	0.21	0.09	0.04	0.02

### Spinte risultanti e punto di applicazione

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	49 di 77

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	460.0	390.0	0.26	0.13	413.33	413.33
2	390.0	290.0	1.26	0.64	333.06	333.06
3	290.0	190.0	3.02	1.54	229.31	229.31
4	190.0	90.0	8.97	4.57	133.83	133.83
5	90.0	1.0	12.95	8.25	42.28	43.86
6	1.0	0.0	0.31	0.15	0.5	0.5

## SPINTE IN FONDAZIONE

### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);

Eps Inclinazione dello strato. (°);

Fi Angolo di resistenza a taglio (°);

Delta Angolo attrito terra muro;

c Coesione (kPa);

β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
----	----	---	-----	----	-------	---	---	------

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO TR0105001	REV B

---

90.0      0.0      19.0      180.0      37.0      24.7      0.0      180.0

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$       Angolo di direzione della spinta.

$K_p$       Coefficiente di resistenza passiva.

$K_{px}$ ,  $K_{py}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
204.7	4.02	-3.65	-1.68

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$       Quota iniziale strato (cm)

$Q_f$       Quota finale strato (cm)

$R_{px}$ ,  $R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

$Z(R_{px})$       Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

$Z(R_{py})$       Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	90.0	0.0	-28.12	-12.93	30.0	30.0

### Sollecitazioni totali

$F_x$       Forza in direzione x (kN);

$F_y$       Forza in direzione y (kN);

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	51 di 77

M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	26.76	15.27	-40.6
Peso muro	6.79	106.25	-367.77
Peso fondazione	6.61	103.5	-235.07
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	2.25	35.15	-146.73
Spinte fondazione	-28.12	-12.93	-8.44
	<b>14.28</b>	<b>247.24</b>	<b>-798.61</b>

Momento stabilizzante -850.4 kNm

Momento ribaltante 51.79 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	42.41 kN
Sommatoria forze verticali	260.17 kN
Coefficiente di attrito	0.75
Adesione	0.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	260.17 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	42.41 kN
Resistenza terreno	224.18 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>5.29</b>

**Traslazione verificata Csd>1.3**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	52 di 77

### Verifica al ribaltamento

---

Momento stabilizzante -850.4 kNm

Momento ribaltante 51.79 kNm

**Coeff. sicurezza ribaltamento  $C_{sv}$  16.42**

**Muro verificato a ribaltamento  $C_{sv} > 1.5$**

### Carico limite verticale VESIC

---

Somma forze in direzione x ( $F_x$ ) 14.28 kN

Somma forze in direzione y ( $F_y$ ) 247.24 kN

Somma momenti -798.61 kNm

Larghezza fondazione 460.0 cm

Lunghezza 100.0 cm

Eccentricità su B 93.01 cm

Peso unità di volume 19.0 KN/m<sup>3</sup>

Angolo di resistenza al taglio 37.0 °

Coesione 0.0 kPa

Terreno sulla fondazione 90.0 cm

Peso terreno sul piano di posa 19.0 KN/m<sup>3</sup>

$N_q$  42.92

$N_c$  55.63

$N_g$  66.19

Fattori di forma

$s_q$  1.0

$s_c$  1.0

$s_g$  1.0

Inclinazione carichi

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	53 di 77

iq	0.89
ic	0.89
ig	0.84
Fattori di profondità	
dq	1.08
dc	1.13
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	5873.63 kN
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>19.8</b>

**Carico limite verificato  $C_{sq} > 2$**

**Tensioni sul terreno**

---

Ascissa centro sollecitazione	323.01 cm
Larghezza della fondazione	460.0 cm
x = 49.04 cm	0.00 kPa
x = 460.0 cm	120.32 kPa

**MENSOLA A VALLE**

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	54 di 77

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
49.04	-28.12	-1.91	0.58	90.0
300.0	-28.12	-37.64	-10.51	90.0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø20 (9.42)	5Ø20 (15.71)	28.72	523.77	S	303.48	0.0	155.86
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	28.45	525.75	S	303.48	0.0	7.91

### MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO TR0105001	REV B

H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
410.0	0.31	5.17	-4.96	90.0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15.71)	5Ø20 (15.71)	0.16	515.06	S	303.07	0.0	57.53

### A\_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0.0639
Coefficiente sismico verticale Kv	0.0319

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	56 di 77

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm);  
 $Q_f$  Quota finale strato (cm);  
 $G$  Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 $Eps$  Inclinazione dello strato. (°);  
 $Fi$  Angolo di resistenza a taglio (°);  
 $\Delta$  Angolo attrito terra muro;  
 $c$  Coesione (kPa);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

$Q_i$	$Q_f$	$G$	$Eps$	$Fi$	$\Delta$	$c$	$\beta$	Note
590.0	490.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
490.0	460.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_a$  Coefficiente di spinta attiva.  
 $K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.  
 $D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.  
 $K_{ax}, K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 $D_{kx}, D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	57 di 77

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.33	0.41	0.09	0.32	0.1	0.09	0.03
18.0	0.33	0.41	0.09	0.32	0.1	0.09	0.03
18.0	0.33	0.41	0.09	0.32	0.1	0.09	0.03
18.0	0.33	0.41	0.09	0.32	0.1	0.09	0.03

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	590.0	490.0	0.0	0.0	540.0	540.0
2	490.0	460.0	0.0	0.0	475.0	475.0
3	460.0	390.0	0.41	0.13	413.33	413.33
4	390.0	290.0	2.03	0.66	333.06	333.06
5	290.0	190.0	4.51	1.47	231.07	231.07
6	190.0	90.0	11.52	3.74	134.41	134.41

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	58 di 77

Px Forza inerziale (kN);

Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
490.0	1.56	16.25	377.4	538.7
460.0	2.07	21.63	376.6	522.9
390.0	3.35	35.0	374.8	485.2
290.0	5.39	56.25	372.0	430.0
190.0	7.67	80.0	369.2	373.3
90.0	10.18	106.25	366.3	315.5

### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
490.0	1.56	16.25	0.37	70.0
460.0	2.07	21.63	0.63	73.0
390.0	3.77	35.13	1.56	80.0
290.0	7.83	57.04	4.64	90.0
190.0	14.62	82.26	11.29	100.0
90.0	28.66	112.25	25.56	110.0

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>59 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	59 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	59 di 77								

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (460.0/0.0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (460.0/460.0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$

## Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
90.0	1.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
1.0	0.0	19.0	0.0	37.0	24.7	0.0	0.0	

## Coefficienti di spinta ed inclinazioni

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>60 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	60 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	60 di 77								

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.

$K_a$  Coefficiente di spinta attiva.

$K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.

$D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.

$K_{ax}, K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.

$D_{kx}, D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
27.0	0.33	0.41	0.1	0.29	0.15	0.09	0.05
27.0	0.33	0.41	0.1	0.29	0.15	0.09	0.05
27.0	0.33	0.41	0.1	0.29	0.15	0.09	0.05
27.0	0.33	0.41	0.1	0.29	0.15	0.09	0.05
18.0	0.33	0.41	0.09	0.32	0.1	0.09	0.03
24.7	0.23	0.29	0.07	0.21	0.09	0.07	0.03

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm)

$Q_f$  Quota finale strato (cm)

$R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

$Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

$Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	460.0	390.0	0.41	0.21	413.33	413.33
2	390.0	290.0	2.02	1.03	333.06	333.06

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	61 di 77

3	290.0	190.0	4.41	2.25	231.5	231.5
4	190.0	90.0	11.0	5.6	134.49	134.49
5	90.0	1.0	15.29	9.39	42.53	43.93
6	1.0	0.0	0.34	0.16	0.5	0.5

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
90.0	0.0	19.0	180.0	37.0	24.7	0.0	180.0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
---	----	-----	-----

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	62 di 77

204.7      4.02      -3.65      -1.68

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi      Quota iniziale strato (cm)

Qf      Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	90.0	0.0	-28.12	-12.93	30.0	30.0

### Sollecitazioni totali

Fx      Forza in direzione x (kN);

Fy      Forza in direzione y (kN);

M      Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	33.48	18.65	-45.82
Peso muro	10.18	106.25	-357.06
Peso fondazione	9.92	103.5	-233.59
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	3.37	35.15	-143.64
Spinte fondazione	-28.12	-12.93	-8.44

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	63 di 77

**28.83**

**250.61**

**-788.54**

Momento stabilizzante -865.92 kNm

Momento ribaltante 77.38 kNm

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -865.92 kNm

Momento ribaltante 77.38 kNm

**Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub> 11.19**

**Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>>1.5**

### MENSOLA A VALLE

X<sub>progr.</sub> Ascissa progressiva (cm);

F<sub>x</sub> Forza in direzione x (kN);

F<sub>y</sub> Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

H Altezza sezione (cm);

X <sub>progr.</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
23.94	-28.12	-7.56	1.77	90.0
300.0	-28.12	-45.87	-25.74	90.0

### MENSOLA A MONTE

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	64 di 77

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
410.0	0.34	10.87	-7.26	90.0

## GEO5 [GEO]

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);

Eps Inclinazione dello strato. (°);

Fi Angolo di resistenza a taglio (°);

Delta Angolo attrito terra muro;

c Coesione (kPa);

β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
----	----	---	-----	----	-------	---	---	------

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	65 di 77

590.0	490.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
490.0	460.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.

$K_a$  Coefficiente di spinta attiva.

$K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.

$D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.

$K_{ax}, K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.

$D_{kx}, D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	66 di 77

$Q_f$  Quota finale strato (cm)

$R_{px}$ ,  $R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

$Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

$Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	590.0	490.0	0.0	0.0	540.0	540.0
2	490.0	460.0	0.0	0.0	475.0	475.0
3	460.0	390.0	15.02	4.88	425.0	425.0
4	390.0	290.0	21.45	6.97	340.0	340.0
5	290.0	190.0	22.25	7.23	238.82	238.82
6	190.0	90.0	27.57	8.96	138.18	138.18

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

$P_y$  Peso del muro (kN);

$P_x$  Forza inerziale (kN);

$X_p$ ,  $Y_p$  Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	$P_x$	$P_y$	$X_p$	$Y_p$
490.0	0.0	16.25	377.4	538.7
460.0	0.0	21.63	376.6	522.9
390.0	0.0	35.0	374.8	485.2
290.0	0.0	56.25	372.0	430.0
190.0	0.0	80.0	369.2	373.3
90.0	0.0	106.25	366.3	315.5

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	67 di 77

### Sollecitazioni sul muro

Quota      Origine ordinata minima del muro (cm).

Fx          Forza in direzione x (kN);

Fy          Forza in direzione y (kN);

M          Momento (kNm);

H          Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
490.0	0.0	16.25	-0.39	70.0
460.0	0.0	21.63	-0.67	73.0
390.0	15.02	39.88	1.62	80.0
290.0	36.47	68.1	21.97	90.0
190.0	58.72	99.08	62.27	100.0
90.0	86.29	134.29	124.69	110.0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (460.0/0.0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (460.0/460.0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$

### Discretizzazione terreno

Qi          Quota iniziale strato (cm);

Qf          Quota finale strato (cm);

G          Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	68 di 77

Eps      Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi        Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta    Angolo attrito terra muro;  
 c         Coesione (kPa);  
 β         Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note     Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
460.0	390.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
390.0	290.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
290.0	190.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
190.0	90.0	19.0	0.0	27.0	27.0	12.0	0.0	
90.0	1.0	19.0	0.0	27.0	18.0	12.0	0.0	
1.0	0.0	19.0	0.0	37.0	24.7	0.0	0.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ         Angolo di direzione della spinta.  
 Ka        Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd        Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk        Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>TR0105001</td> <td>B</td> <td>69 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	69 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	69 di 77								

27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
27.0	0.33	0.0	0.0	0.29	0.15	0.0	0.0
18.0	0.33	0.0	0.0	0.32	0.1	0.0	0.0
24.7	0.23	0.0	0.0	0.21	0.09	0.0	0.0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

- $Q_i$  Quota iniziale strato (cm)  
 $Q_f$  Quota finale strato (cm)  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	460.0	390.0	13.92	7.09	425.0	425.0
2	390.0	290.0	19.89	10.13	340.0	340.0
3	290.0	190.0	20.59	10.49	238.86	238.86
4	190.0	90.0	25.5	12.99	138.17	138.17
5	90.0	1.0	28.16	12.55	44.24	44.58
6	1.0	0.0	0.4	0.19	0.5	0.5

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

- $Q_i$  Quota iniziale strato (cm);  
 $Q_f$  Quota finale strato (cm);  
 $G$  Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 $E_{ps}$  Inclinazione dello strato. (°);

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	70 di 77

Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
Delta Angolo attrito terra muro;  
c Coesione (kPa);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
90.0	0.0	19.0	180.0	37.0	24.7	0.0	180.0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
204.7	4.02	-3.65	-1.68

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota iniziale strato (cm)  
Qf Quota finale strato (cm)  
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	71 di 77

1	90.0	0.0	-28.12	-12.93	30.0	30.0
---	------	-----	--------	--------	------	------

### Sollecitazioni totali

F<sub>x</sub> Forza in direzione x (kN);  
F<sub>y</sub> Forza in direzione y (kN);  
M Momento (kNm);

	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M
Spinta terreno	108.46	53.45	-22.2
Peso muro	0.0	106.25	-389.19
Peso fondazione	0.0	103.5	-238.05
Sovraccarico	0.0	33.77	-146.9
Terr. fondazione	0.0	35.15	-152.9
Spinte fondazione	-28.12	-12.93	-8.44
	<b>80.33</b>	<b>319.18</b>	<b>-957.69</b>

Momento stabilizzante -1172.9 kNm

Momento ribaltante 215.21 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	108.46 kN
Sommatoria forze verticali	332.12 kN
Coefficiente di attrito	0.75
Adesione	0.0 kPa

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
<b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	72 di 77

Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	332.12 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	108.46 kN
Resistenza terreno	278.39 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>2.33</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1.3</b>	

### Verifica al ribaltamento

---

Momento stabilizzante	-1172.9 kNm
Momento ribaltante	215.21 kNm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4.74</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1.5</b>	

### Carico limite verticale VESIC

---

Somma forze in direzione x (Fx)	80.33 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	319.18 kN
Somma momenti	-957.69 kNm
Larghezza fondazione	460.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	70.04 cm
Peso unità di volume	19.0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	37.0 °
Coesione	0.0 kPa
Terreno sulla fondazione	90.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.0 KN/m <sup>3</sup>
Nq	42.92

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
<b>RELAZIONE DI CALCOLO MURI</b>	IP00	00	D26CL	TR0105001	B	73 di 77

Nc	55.63
Ng	66.19
Fattori di forma	
sq	1.0
sc	1.0
sg	1.0
Inclinazione carichi	
iq	0.56
ic	0.55
ig	0.42
Fattori di profondità	
dq	1.07
dc	1.11
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	4099.9 kN
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>9.18</b>

**Carico limite verificato Csq>2**

### **Tensioni sul terreno**

---

Ascissa centro sollecitazione	300.04 cm
Larghezza della fondazione	460.0 cm
x = 0.0 cm	5.99 kPa
x = 460.0 cm	132.78 kPa

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	74 di 77

### MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
---------	----	----	---	---

300.0	-28.12	-87.44	-84.29	90.0
-------	--------	--------	--------	------

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
---------	----	----	---	---

410.0	0.4	70.67	-30.89	90.0
-------	-----	-------	--------	------

### Verifica fessurazione

#### SLE 4 [Frequente]

Elevazione

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	75 di 77

Verifica fessurazioni	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	--	0.4	--	--	Si	4.76	183.55	-60.99
Si	--	0.4	--	--	Si	6.44	183.55	-79.62
Si	--	0.4	--	--	Si	8.93	183.55	-118.23
Si	--	0.4	--	--	Si	22.97	183.55	-88.57
Si	0.005	0.4	203.282	750	Si	4.42	183.55	76.86
Si	0.013	0.4	203.282	750	Si	7.91	183.55	214.68

**Fondazione valle**

Verifica fessurazioni	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	--	0.4	--	--	Si	13.88	183.55	-60.71
Si	0.027	0.4	230.338	750	Si	7.64	183.55	392.45

**Fondazione monte**

Verifica fessurazioni	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	0.013	0.4	230.338	750	Si	2.96	183.55	189.46

**SLE 6 [Rara]**

**Elevazione**

Verifica fessurazioni	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
-----------------------	---------------------	----------------------------	---------------------	-----------------------	---	--------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	76 di 77

Si	--	--	--	--	Si	4.76	183.55	-60.99
Si	--	--	--	--	Si	6.44	183.55	-79.62
Si	--	--	--	--	Si	8.93	183.55	-118.23
Si	--	--	--	--	Si	22.97	183.55	-88.57
Si	0.005	--	203.282	750	Si	4.42	183.55	76.86
Si	0.013	--	203.282	750	Si	7.91	183.55	214.68

**Fondazione valle**

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	--	--	--	--	Si	13.88	183.55	-60.71
Si	0.027	--	230.338	750	Si	7.64	183.55	392.45

**Fondazione monte**

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	0.013	--	230.338	750	Si	2.96	183.55	189.46

**SLE 7 [Quasi perm.]**

**Elevazione**

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	--	0.3	--	--	Si	4.76	137.66	-60.99
Si	--	0.3	--	--	Si	6.44	137.66	-79.62
Si	--	0.3	--	--	Si	8.93	137.66	-118.23

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	TR0105001	B	77 di 77

Si	--	0.3	--	--	Si	22.97	137.66	-88.57
Si	0.005	0.3	203.282	750	Si	4.42	137.66	76.86
Si	0.013	0.3	203.282	750	Si	7.91	137.66	214.68

**Fondazione valle**

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	--	0.3	--	--	Si	13.88	137.66	-60.71
Si	0.027	0.3	230.338	750	Si	7.64	137.66	392.45

**Fondazione monte**

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm <sup>2</sup>	Sigma C(+compr.) daN/cm <sup>2</sup>	SigmaC Lim daN/cm <sup>2</sup>	SigmaF Max daN/cm <sup>2</sup>
Si	0.013	0.3	230.338	750	Si	2.96	137.66	189.46