

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81H0200000001

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

OPERE CIVILI DI LINEA
 GA09 – GA PER NV04 (pk.4+115,00)
 RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

SCALA:

| |
|---|
| - |
|---|

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

I
P
0
0
0
0
0
0
D
2
6
C
L
G
A
0
9
0
0
0
0
0
0
2
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:IP0000D26CLGA0900002B.doc

n. Elab.:

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 2 | DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 6 |
| 2.1 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 6 |
| 2.2 | ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO | 7 |
| | CARATTERISTICHE MATERIALI..... | 8 |
| 2.3 | CALCESTRUZZO..... | 8 |
| 2.3.1 | <i>Magrone</i> | 8 |
| 2.3.2 | <i>Calcestruzzo per soletta di fondazione, piedritti e soletta di copertura</i> | 8 |
| 2.4 | ACCIAIO | 9 |
| 2.4.1 | <i>Acciaio di armatura per c.a.</i> | 9 |
| 3 | DESCRIZIONE DELL'OPERA | 10 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOTECNICO | 11 |
| 5 | MODELLO DI CALCOLO..... | 12 |
| 6 | ANALISI DEI CARICHI | 16 |
| 6.1 | PESO PROPRIO (PP)..... | 16 |
| 6.2 | SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM) | 16 |
| 6.2.1 | <i>Ballast e armamento (G2)</i> | 17 |
| 6.3 | AZIONI SOLLECITANTI ESERCITATE DAI CARICHI FERROVIARI | 18 |
| 6.3.1 | <i>Azioni termiche uniformi (TU)</i> | 21 |
| 6.3.2 | <i>Ritiro</i> | 22 |
| 6.4 | PERMANENTI PORTATI: SPINTA DEL TERRENO (SPINTA SINISTRO / SOLETTA)..... | 24 |
| 6.5 | SOVRASPINTA ACCIDENTALE (CARICO FERROVIAIO QSQ.DX-QSQ.SX) | 25 |
| 6.5.1 | <i>Q1: Carichi aerodinamici</i> | 27 |
| 7 | CARICHI ORIZZONTALI SU RINGHIERE O PARAPETTI SULLA TESTA DEI MURI | 29 |

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

3 di 72

| | | |
|-------|--|-------------------------------------|
| 7.1.1 | Carico orizzontale dei pedoni..... | <i>Error! Bookmark not defined.</i> |
| 7.1.2 | Carico del vento | 29 |
| 7.1.3 | Concomitanza delle azioni aerodinamiche / vento / pedoni | 32 |
| 7.2 | AZIONI SISMICHE | 33 |
| 7.2.1 | Carichi Sismici | 37 |
| 8 | VERIFICA AL MARTELLAMENTO..... | 38 |
| 9 | VERIFICHE SLD E SLO | 38 |
| 10 | COMBINAZIONI DI CARICO | 39 |
| 11 | RISULTATI DELLE ANALISI | 58 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|---------------------------|-----------|-------------------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 4 di 72 |

1 PREMESSA

Con “Pontremolese” viene comunemente intesa la linea ferroviaria Parma – La Spezia, linea che congiunge come trasversale la linea Tirrenica con la dorsale Roma-Firenze-Bologna-Milano.

Nel 1976 entra a far parte del Corridoio Plurimodale Tirreno-Brennero (Ti-Bre) e fra gli anni '80 e '90 vengono realizzati il raddoppio delle tratte Vezzano Ligure-S.Stefano di Magra, e Ghiare di Berceto-Solignano e successivamente viene realizzato il prolungamento del raddoppio Solignano-Fornovo. A seguito dell’emanazione della Legge n. 443 del 21 dicembre 2001 (Legge Obiettivo), la restante parte da raddoppiare della linea (Parma-Osteriazza e Berceto-Chiesaccia) è stata inserita fra le opere strategiche.

Con Delibera n.19 del 8 maggio 2009, pubblicata sulla G.U.R.I. n. 301 del 29 dicembre 2009, il CIPE approva il Progetto Preliminare del Completamento del 2003. Delle tratte comprese tra Parma e Osteriazza e tra Berceto e Chiesaccia, vengono individuati tre lotti funzionali:

- Parma-Osteriazza
- Berceto-Pontremoli
- Pontremoli-Chiesaccia.

Di questi tre lotti funzionali, nella stessa Delibera, è stato individuato il primo, quello Parma-Osteriazza, come lotto prioritario, a sua volta suddiviso nei tre sub lotti Parma-Vicofertile, Vicofertile-Collecchio e Collecchio-Osteriazza.

Il progetto in oggetto è relativo al progetto definitivo del raddoppio della tratta Parma- Vicofertile

Rispetto al tracciato sviluppato nel Progetto Preliminare del 2004, il Progetto Definitivo vede una variante di tracciato per la parte d’innesto del raddoppio nei binari della stazione di Parma: la coppia di binari garantisce le relazioni merci Fornovo Bologna (direzioni P/D) e il solo binario dispari garantisce le relazioni viaggiatori con La Spezia attestate a Parma (evitando di fuori uscire dal corridoio urbanistico).

Tale variante, oltre a portare notevoli benefici ferroviari nella Stazione di Parma, permetterà di risolvere all’interno dell’abitato di Parma le interferenze della linea Pontremolese con la viabilità ordinaria e di rendere disponibile alla città un tratto di circa 3,5 km (il vecchio binario di tracciato).

Nel seguente schema si riporta lo stato attuale della linea con evidenziati i tratti già raddoppiati, quelli in corso di realizzazione e di progettazione.

**LINEA PARMA-LA SPEZIA
(PONTREMOLESE)**
Potenziamento Infrastrutturale e Completamento raddoppio

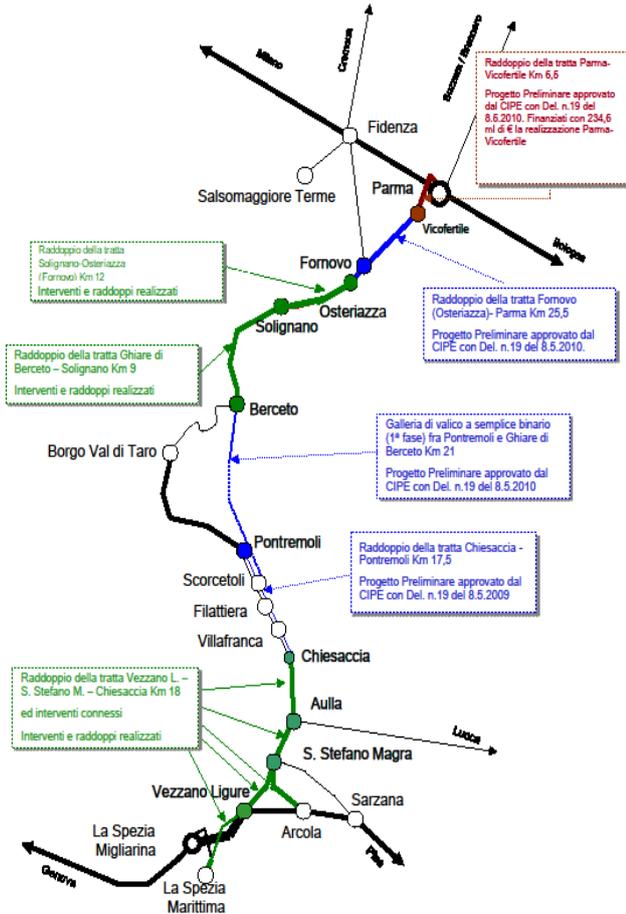


Figura - 1

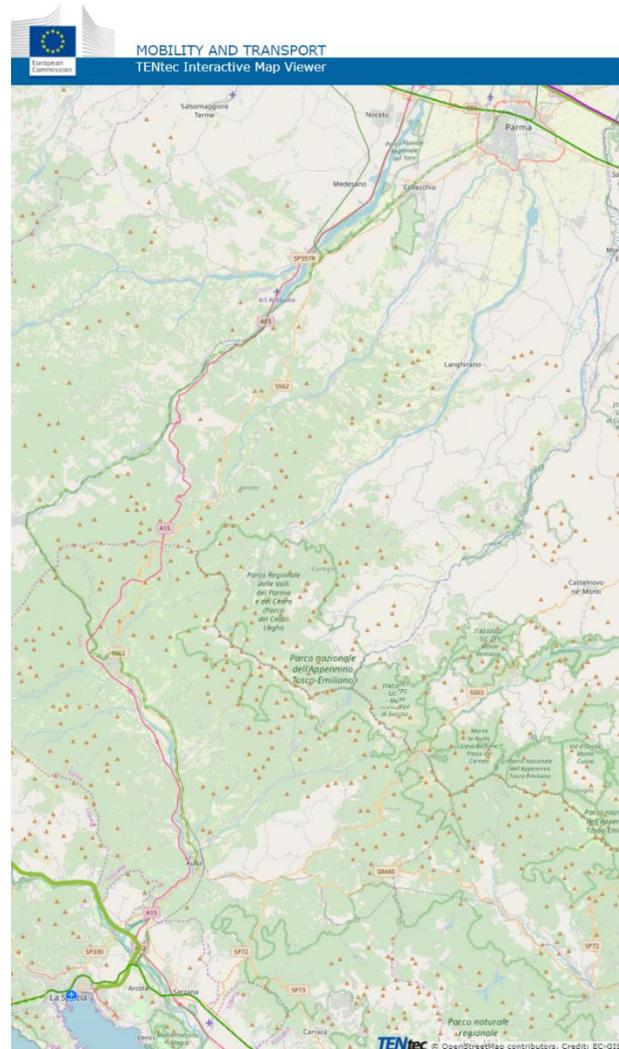


Figura - 2

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------------------------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 6 di 72 |

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono effettuate in accordo con le prescrizioni di seguito elencate e conformi alle normative vigenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 11 febbraio 2019, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
- ✓ Manuale di progettazione RFI Opere Civili RFI DTC SIM AI FS 001 E e relative parti e sezioni.
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- ✓ 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
- ✓ UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- ✓ UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici



**COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA
(PONTREMOLESE)**

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

7 di 72

2.2 Elaborati di progetto di riferimento

| GA09 - GA PER NV04 (pk.4+115,00) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RELAZIONE CALCOLO MONOLITE | I | P | 0 | 0 | 0 | 0 | D | 2 | 6 | C | L | G | A | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | B |
| RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | I | P | 0 | 0 | 0 | 0 | D | 2 | 6 | C | L | G | A | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | B |
| PLANIMETRIA DI PROGETTO | I | P | 0 | 0 | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | A | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | B |
| CARPENTERIE - PIANTE E SEZIONI | I | P | 0 | 0 | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | A | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | B |
| PIANTA SCAVI | I | P | 0 | 0 | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | A | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | B |

CARATTERISTICHE MATERIALI

2.3 Calcestruzzo

2.3.1 Magrone

Classe di resistenza = C12/15

2.3.2 Calcestruzzo per soletta di fondazione, piedritti e soletta di copertura

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C30/37

R_{ck} = resistenza cubica = 37.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 30.0 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 38.0 N/mm²

f_{cd} = resistenza di calcolo a compressione = $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * 30 / 1.5 = 17.0$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 * f_{ck}^{2/3} = 2.90$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 * f_{ctm} = 3.63$ N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 * f_{ctm} = 2.12$ N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 $f_{cm} = 22000 * (f_{cm} / 10)^{0.3} = 33345$ N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Rara) = $0.55 * f_{ck} = 16.5$ N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Quasi Permanente) = $0.45 * f_{ck} = 13.5$ N/mm²

2.4 Acciaio

2.4.1 Acciaio di armatura per c.a.

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/m³

$f_{y\ nom}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²

$f_{t\ nom}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²

$f_{yk\ min}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²

$f_{tk\ min}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²

$(f_t/f_y)_{k\ min}$ = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k\ max}$ = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

$(f_y/f_{y\ nom})_k$ = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

$(A_{gt})_k$ = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

$\varphi_{\ min}$ = minimo diametro consentito delle barre = 6 mm

$\varphi_{\ max}$ = massimo diametro consentito delle barre = 40 mm

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm²

α_T = coefficiente di dilatazione termica = 0.00001 °C⁻¹

σ_a = Resistenza a tensione (Comb. Rara) = 0.75 * f_{yk} = 337,5 N/mm²

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera oggetto della presente relazione è uno U muro realizzato interamente in cemento armato gettato in opera, caratterizzato da uno vani.

L'altezza netta interna dello muro è 7.70m. Dei piedritti è pari a 1.0m e del solettone di fondo è pari a 1.3m. Il manufatto è gettato in uno concio di dimensioni in pianta pari a 12.20x58.00 metri ed ha un'altezza complessiva di 9.80 m; il calcolo è stato effettuato considerando una sezione di profondità unitaria.

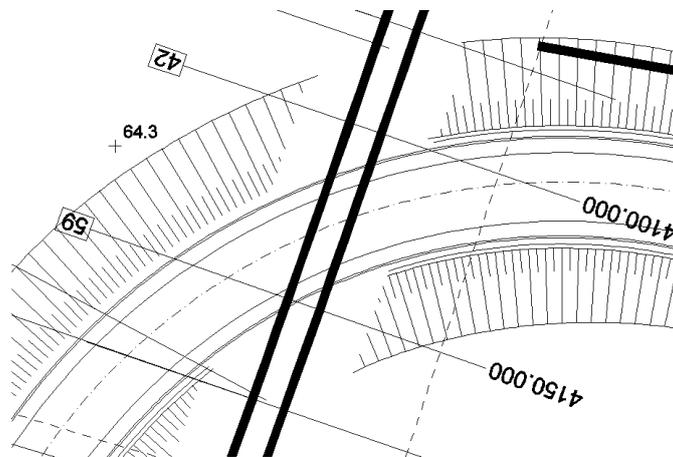


Fig. 1 – Planimetria generale

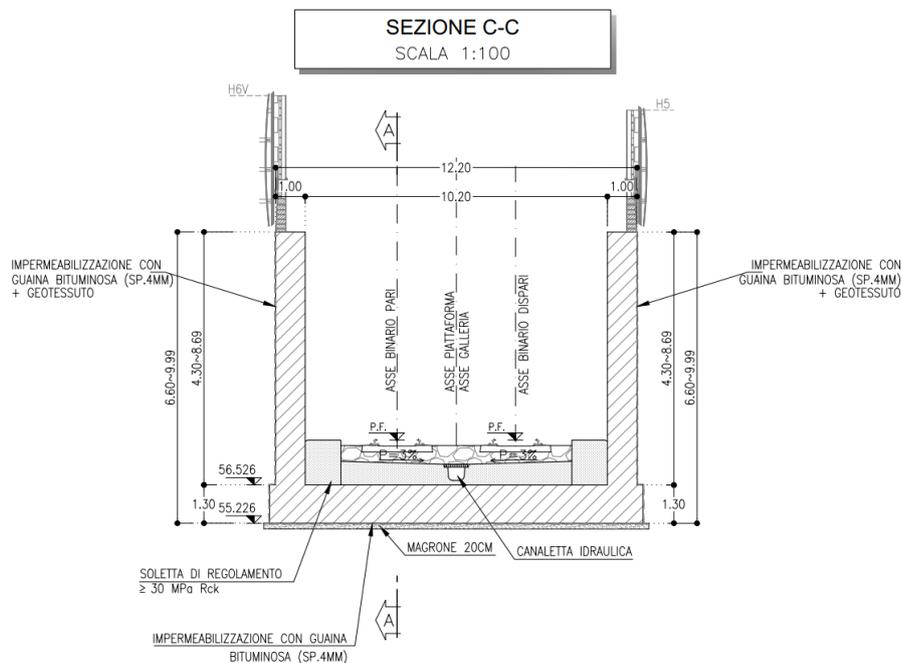


Fig. 2 – Sezione trasversale di calcolo – sezione

| | | | | | | |
|--|--|-------------|-------------------|---------------------------|-----------|--------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 11 di 72 |

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dell'opera si riporta l'estratto dell'elaborato Relazione Geotecnica da cui si riportano i dati geotecnici fondamentali di interesse.

Tabelle contenenti la stratigrafia di progetto per l'opera in esame e i relativi parametri geotecnici di calcolo:

Come riportato nella relazione geotecnica generale IP0000D26RGGE0000001A

| Strato | Profondità da (m da p.c.) | Profondità a (m da p.c.) | Descrizione | Peso di volume γ [kN/m ³] | Tipo di terreno | Angolo di resistenza al taglio ϕ' (°) | C' (kPa) | Modulo elastico Eop (MPa) |
|--------|---------------------------|--------------------------|------------------------|--|-----------------|--|----------|---------------------------|
| 1 | 0 | 5.00 | Materiale rimaneggiato | 19.00 | MR | 23.00 | 10.00 | 9.00 |

Fig. 3 – Caratteristiche meccaniche del terreno

| | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 12 di 72 |

5 MODELLO DI CALCOLO

La struttura viene schematizzata con un modello di calcolo a telaio chiuso su un letto di molle alla Winkler mediante un'analisi elastico-lineare svolta con il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 v.20.1 (Computers and Structures®). Gli elementi frame che schematizzano il telaio piano hanno una sezione rettangolare di larghezza 1.0m ed altezza pari a:

- piedritti destra / sinistra / media $h = 1.00 \text{ m}$
- fondazione $h = 1.30 \text{ m}$

Il modulo elastico del materiale assegnato agli elementi asta è assunto:

- Struttura in elevazione $E = 33346 \text{ N/mm}^2$: $\text{cls Rck} = 37\text{N/mm}^2$

Nelle successive figure si riporta lo schema di calcolo adottato con la numerazione dei nodi (Figura 4) .

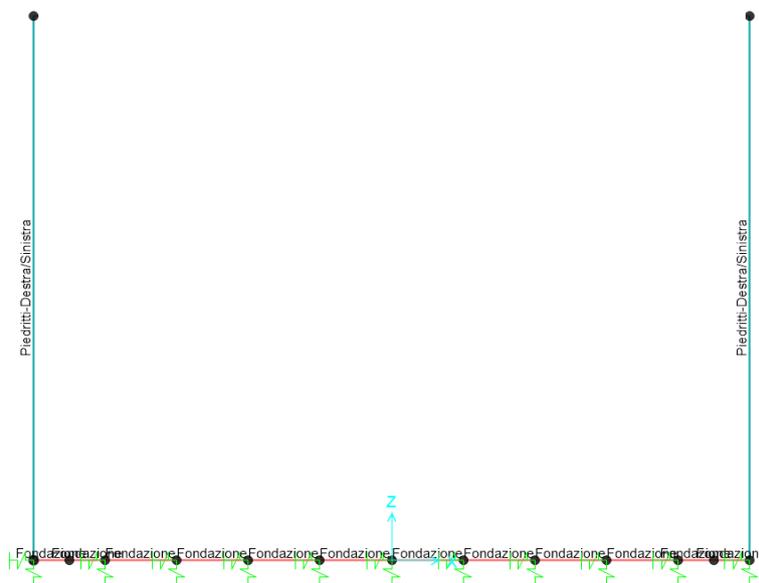


Fig. 4 – Modellazione unifilare dello scatolare

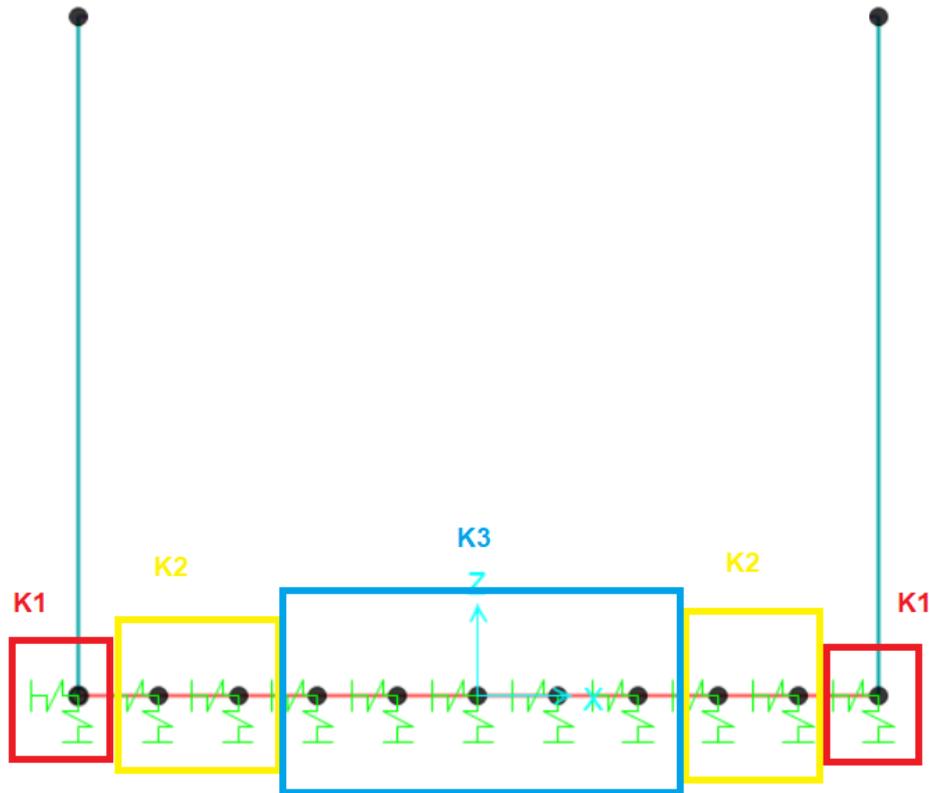


Fig. 5 – Vincoli alla base del modello di calcolo -tipico-

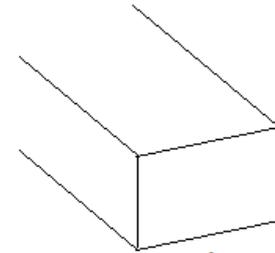
La fondazione è appoggiata su un insieme di molle elastiche che simulano la risposta del terreno di fondazione sottostante (molle alla Winkler calibrate sul modello geotecnico del terreno).

Per la modellazione del terreno si considera la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

Per cui risulta:

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

E= 9000 kN/mq modulo elastico del terreno
 ν= 0.3 coeff. di Poisson



b

trave di fondazione

b= 1.00 m dimensione trasversale trave
 h= 1.30 m altezza trave
 J= 0.183083 m⁴ inerzia trave
 Rck= 37 Mpa
 Ec= 34671746 kN/mq modulo di elasticità cls

K= 3722 kN/mc modulo di reazione lineare sulla trave



| | | | | |
|-------------|----------------------------|------|------|------|
| i = | 1.12m | | | |
| hpiedritti= | 1.00m | Kv | Kh | |
| K3 | 37650 x 1.12 = | 4168 | 1389 | kN/m |
| K1-S | 2*37650 *(1.0/2 +1.12/2) = | 7890 | 2630 | kN/m |
| K1-D | 2*37650 *(1.0/2 +1.12/2) = | 7890 | 2630 | kN/m |
| K2 | 1.5*K3 = | 6253 | 2084 | kN/m |

Tabella 1 – Calcolo della rigidezza di fondazione

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 15 di 72 |

6 VITA NOMINALE E CLASSI D'USO

6.1 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 ⁽¹⁾ | Vita Nominale V_N [Anni] ⁽²⁾ |
|--|--|
| 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 | ≥ 100 ⁽²⁾ |
| (1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. | |
| (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE. | |

Fig. 6 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviare

6.2 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

| | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 16 di 72 |

| TIPO DI COSTRUZIONE | Classe d'uso ⁽¹⁾ | Coefficiente d'uso [CU] ⁽²⁾ |
|--|-----------------------------|--|
| 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 ⁽²⁾ | 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> | | |

Fig. 7 – Coefficienti d'uso per le infrastrutture ferroviarie

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio (PP)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a $\gamma = 25.0$ kN/m³.

7.2 Sovraccarico permanente (PERM)

Sul fondazione considera uno spessore medio del massetto delle pendenze $s_b = 0.80$ m con peso per unità di volume $\gamma_b = 20.00$ kN/m³

$$G2_{\text{sov.perm.}} = 0.8\text{m} \times 20.00\text{kN/m}^3 \times 1.0\text{m} = 16.0 \text{ kN/m}$$

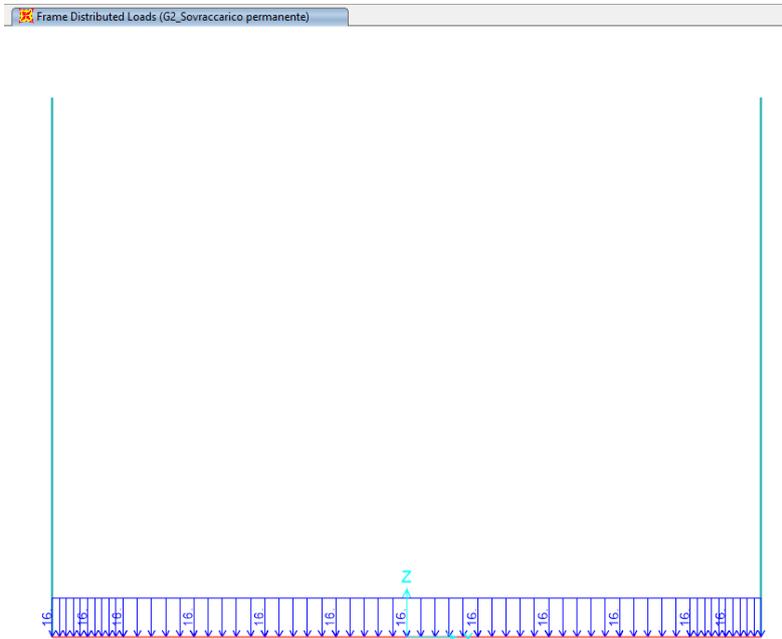


Fig. 8 – Sovraccarico permanente

7.2.1 Ballast e armamento (G2)

Sul fondazione si considera uno spessore di ballast e armamento de linea ferroviaria pari a 0.65 m con peso di unità di volume $\gamma_{\text{pav_str}} = 18.00\text{kN/m}^3$ distribuito su tutta larghezza dela soletta superiore .

$$G2_{\text{balast}} = 0.65\text{m} \times 1.0\text{m} \times 18.00\text{kN/m}^3 = 11.7 \text{ kN/m}$$

| | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 18 di 72 |

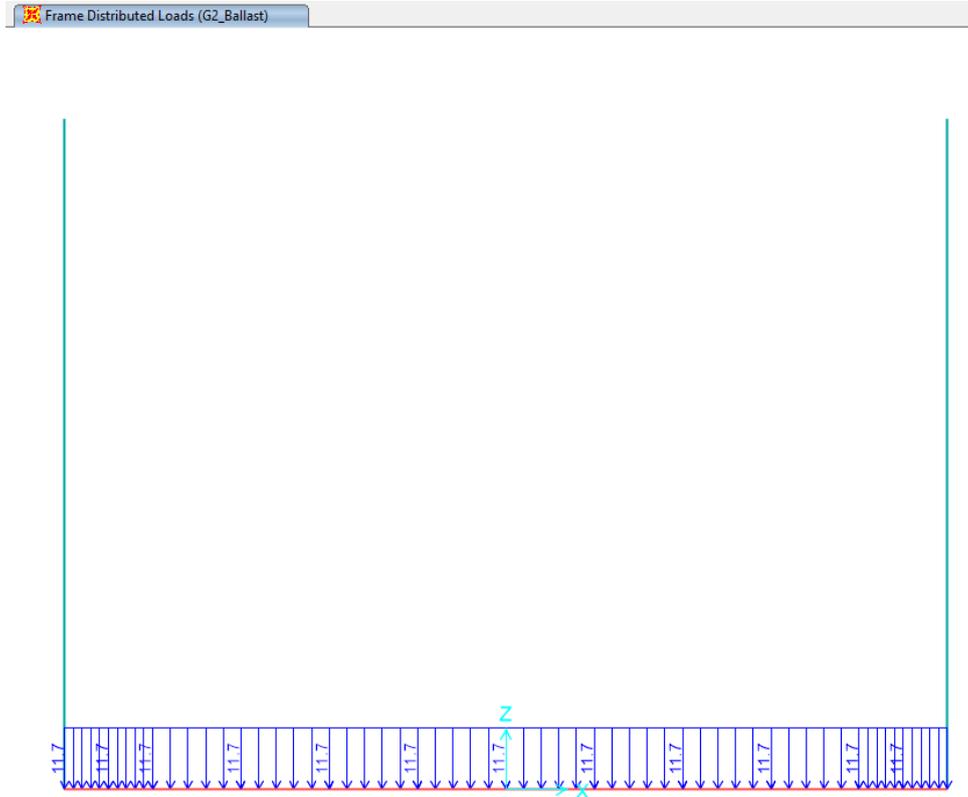


Fig. 9 – G2_Ballast armamento

7.3 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 α

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 (α) |
|--|---|
| IV | 1.1 |
| V | 1.0 |
| VI | 1.1 |
| VII-P | 0.83 |
| VII-F, VII-M | 0.91 |

Tabella 2 – Coefficiente di adattamento

Per completezza di informazioni viene di seguito riportata la tabella attinente alla categorie di linea STI per il sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario convenzionale:

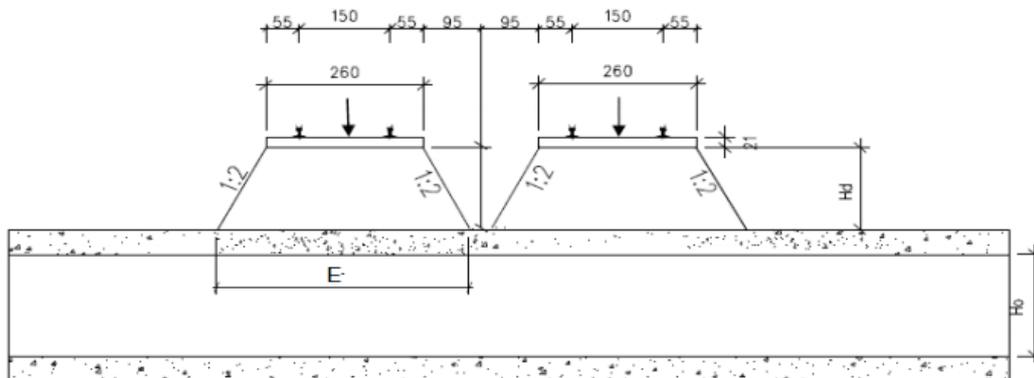


Fig. 10 – Diffusione del carico ferroviario

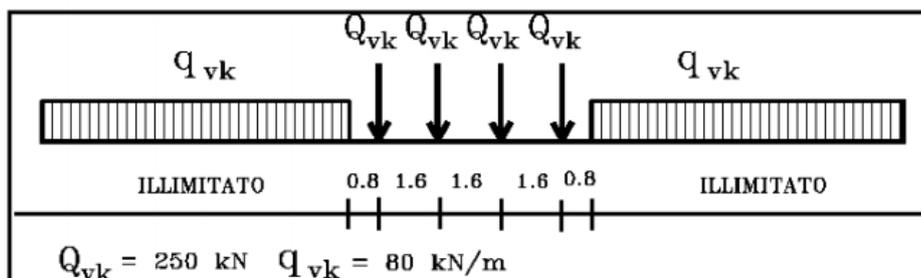


Fig. 11 –Modello di carico LM71

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

COMMESSA

IP00

LOTTO

00

CODIFICA

D26CL

DOCUMENTO

GA 09 00 002

REV.

B

FOGLIO

20 di 72

$H_d \approx 1.45\text{m}$

$L_{net} = 10.2\text{m}$

$\Phi_1 = 1.1$

$\Phi_2 = [2.16 / (L_{clear}^{0.5} - 0.2)] + 0.73 = 1.45$

diffondere il carico del treno = $80 \times 1.1 \times 1.45 \times 2 = 256 \text{ kN/m}$

carico del treno singolo = $250 \times 1.1 \times 1.45 \times 4 \times 2 = 3190 \text{ kN}$

$E_x = 10\text{m}$

$E_y = 1.6\text{m} \times 4 + 1.45\text{m} = 7.9\text{m}$

$A = 10 \times 7.9 = 79\text{m}^2$

Carico LM71 $\rightarrow W_{trn}(\text{singolo}) = 3190 / 79 = 40 \text{ kN/m}^2$

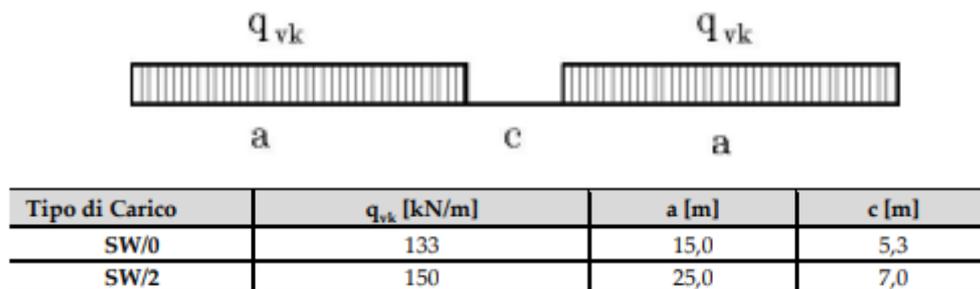


Fig. 12 –Modello di carico SW

E= 10m

Carico SW → diffondere il carico del treno = $150 \times 2 / 10 = 30 \text{ kN/m}^2$

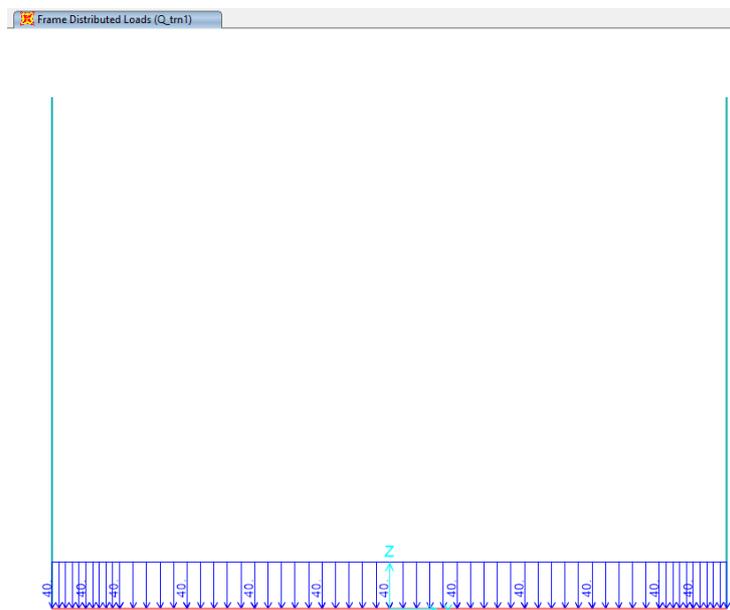


Fig. 13 –Qtrn1 – Carico del treno sfalsato

7.3.1 Azioni termiche uniformi (TU)

Si considera una variazione termica uniforme $\Delta T = 15.0^\circ\text{C}$ sugli elementi della struttura in elevazione, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.



Fig. 14 – Q_Temp_Uni +/-: Forza termiche uniformi

7.3.2 Ritiro

Si considera una variazione termica uniforme equivalente $\Delta T = -9.48^{\circ}\text{C}$ sulla soletta superiore. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni nell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e D.M.17-01-2018.

| |
|--|
| |
|--|

| Coefficiente di viscosità | | |
|--|------------|---------------------------|
| $j(t,t_0)=j_0*\beta_c(t,t_0)$ | 2.7092 | creep coefficient |
| $j_0=j_{RH}*\beta(f_{cm})*\beta(t_0)=$ | 2.7547 | nominal creep coefficient |
| j_{RH} | 1.2455 | per $f_{cm}>35$ Mpa |
| j_{RH} | | per $f_{cm}\leq 35$ Mpa |
| RH | 75 | [%] |
| $\beta(f_{cm})$ | 2.7619 | |
| $\beta(t_0)$ | 0.8008 | |
| h_0 | 796.812749 | [mm] |
| Ac | 10000 | [cm ²] |
| u | 400 | [cm] |
| $\beta_c(t,t_0)$ | 0.9835 | |
| t | 25550 | [days] |
| t_0 | 2 | [days] |
| $t-t_0$ | 25548 | [days] |
| β_H | 1617.76 | per $f_{cm}>35$ Mpa |
| β_H | | per $f_{cm}\leq 35$ Mpa |
| a_1 | 0.9618 | |
| a_2 | 0.9889 | |
| a_3 | 0.9726 | |
| f_{cm} | 37.00 | [MPa] |
| f_{ck} | 30.00 | [MPa] |

| DEFORMAZIONE TOTALE DA RITIRO | | |
|---|-------------|---|
| $e_{cs}=e_{cd}+e_{ca}=-$ | 0.000351692 | deformazione totale da ritiro |
| $e_{cd}=-$ | 0.000301692 | deformazione da ritiro per essiccamento |
| $e_{ca}=-$ | 5E-05 | deformazione da ritiro autogeno |
| DEFORMAZIONE DA RITIRO PER ESSICCAMENTO | | |
| $e_{cd\infty}=k_h*e_{cd0}$ | 0.000312317 | |
| $e_{cd0}=-$ | 0.000446167 | appendix B for e_{cd0} |

| | | | |
|--|------------------|------------|-------------------------------------|
| | $a_{ds1} =$ | 6 | CLS class R |
| | $a_{ds2} =$ | 0.11 | CLS class R |
| | $b_{RH} =$ | 0.8961 | |
| | $RH_0 =$ | 100 | [%] |
| | $f_{cm0} =$ | 10 | [MPa] |
| | $b_{ds}(t,ts) =$ | 0.96598217 | |
| t | 25550 | | |
| ts | 2 | | |
| DEFORMAZIONE DA RITIRO AUTOGENO | | | |
| $b_{as}(t) =$ | 1 | | |
| t | 25550 | | |
| $e_{ca}(\infty) =$ | | 0.00005 | coefficiente di dilatazione termica |
| $\Delta T_{rit} =$ | 9.48 | | |



Fig. 15 – Q_Ritiro

7.4 Permanenti portati: spinta del terreno (Spinta Sinistro / Soletto)

Le spinte del terreno di rinfilanco vengono calcolate assumendo alternativamente uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto destro e spinta a riposo ridotta a 0.61 sul piedritto sinistro. Il caso opposto non viene considerato a causa della natura simmetrica della struttura.

I caratteristici del riempimento usato sono:

- peso di volume $\gamma = 19 \text{ kN/mc}$;

- angolo di attrito $\phi' = 23^\circ$;

- coesione efficace $c' = 5$

$K0 = 1 - \text{sen } \phi = 1 - \text{sen}(23^\circ) = 0.61$

Spinta sinistra in asse a soletta sup. $P1 = H1 * K0 * \gamma = 0.5\text{m} * 0.61 * 19\text{kN/m}^3 = 5.8\text{kN/m}^2$

Spinta sinistra in asse a soletta inf. $P2 = H2 * K0 * \gamma = 9.1\text{m} * 0.61 * 19\text{kN/m}^3 = 105.5 \text{ kN/m}^2$

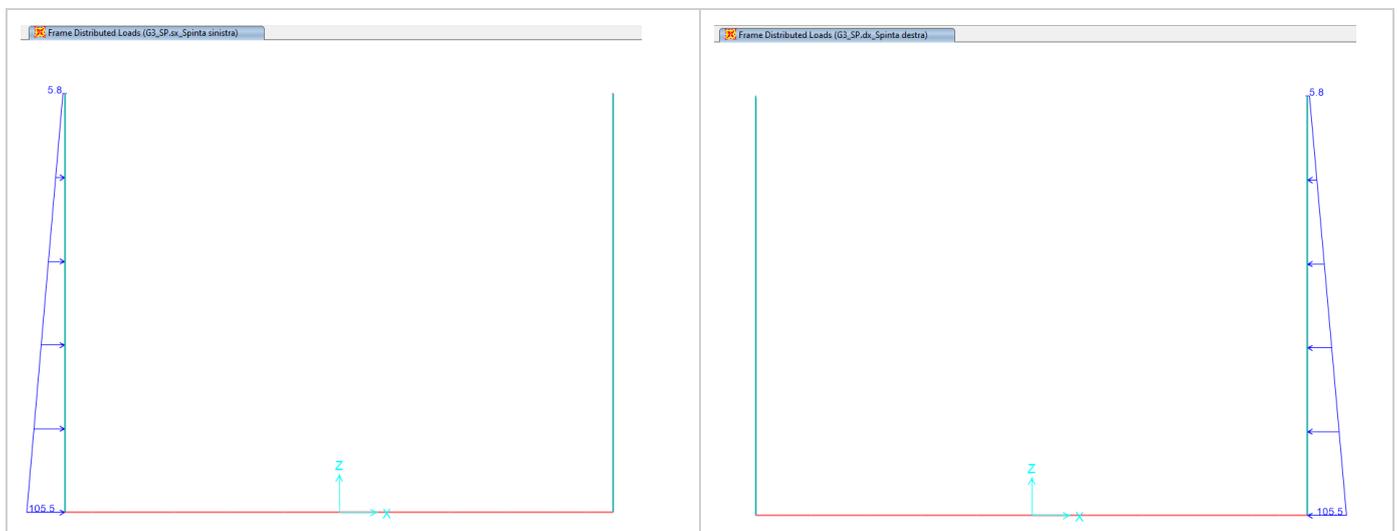


Fig. 16 – Spinta Sinistro e – Spinta Destra (permanenti)

7.5 Sovrappinta accidentale (carico ferroviario QSQ.dx-QSQ.sx)

La sovrappinta dovuta al passaggio ferroviario in superficie è stata presa in considerazione sul piedritto.

Carichi autoveicoli = $(14.3+9\text{kN/m}) \times (1-\text{sin}\phi') = 14.2 \text{ kN/m}$

$QSQ.dx = QSQ.sx = 14.2 \text{ kN/m}$

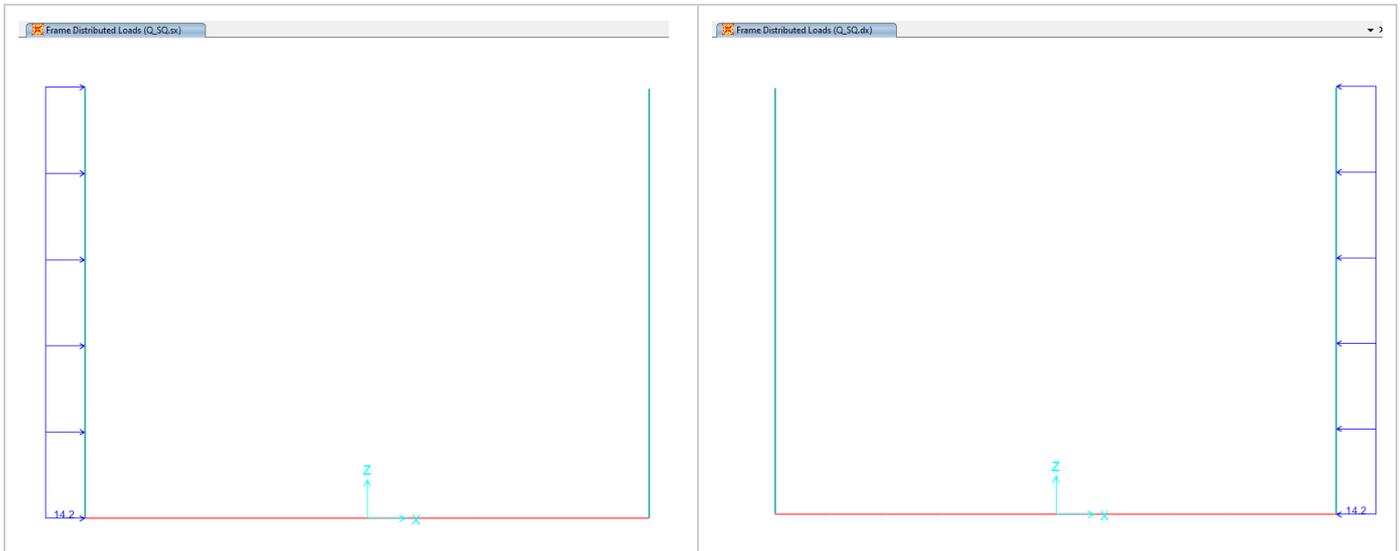


Fig. 17 – Spinta Sinistro e – Spinta Destra (accidentale)

7.5.1 Carichi di Collisione

La forza causata da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza rispetta quanto richiesto dal §3.6.3.4 delle NTC2018:

per $d \leq 5$ m:

- 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;

Queste forze dovranno essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non dovranno essere considerate agenti simultaneamente.

Per la zona corrente, si considera che l'impatto avvenga a 1.80 m dal PF su una impronta di circa 2.0 m. ipotizzando una diffusione a 45° su ambo i lati; la larghezza di diffusione risulta pertanto:

$$l_{diff,max} = (Hm - 0.2) + 2$$

- **Calcolo del carico di collisione:**

$$l_{diff,max} = (Hm - 0.2) + 2$$

$$l_{diff,max} = (8.6 - 0.2) + 2$$

$$l_{diff,max} = 10.4 \text{ m}$$

- 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;

$$4000 / l_{diff,max} = 4000 / 9.35 = 384.62 \text{ kN/m}$$

- 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;

$$1500 / l_{diff,max} = 1500 / 9.35 = 144.23 \text{ kN/m}$$

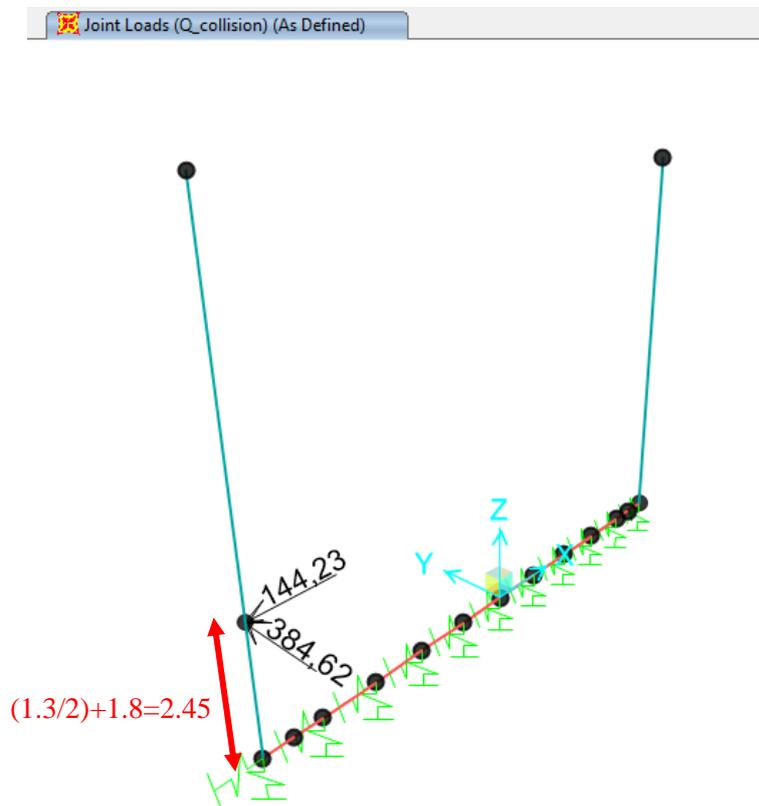


Figura 1 Carichi di collisione

7.5.2 Q1: Carichi aerodinamici

Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche è opportuno fare un approfondimento. Nel caso in esame, infatti, la velocità di progetto è pari a 80 km/h; tuttavia per l'utilizzo degli abachi da normativa ai fini della definizione dei carichi aerodinamici è necessario considerare il valore disponibile più vicino ovvero una velocità 160 km/h.

Con tali ipotesi si ottengono i seguenti valori largamente cautelativi rispettivamente le pressioni/depressioni sulle superfici laterali e soprastanti della galleria (si ricorda che sono azioni di carattere istantaneo).

$Q_{\text{pareti,k}} = \pm 0.30 \text{ kPa}$ (assumendo la distanza a_g pari a 3.1 metri)

$Q_{\text{copertura,k}} = \pm 0.40 \text{ kPa}$ (assumendo la distanza h_g pari a 6.1 metri)

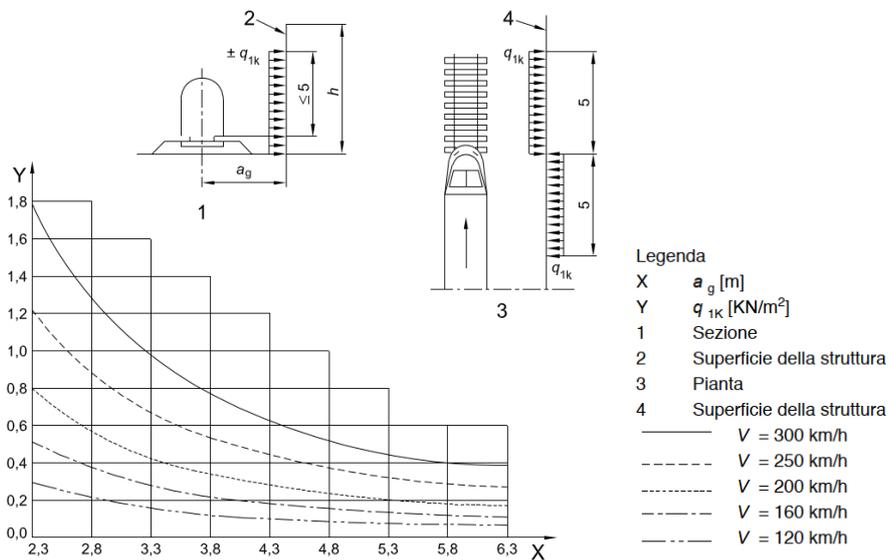


Figura - 3 Pressione/depressione laterale al passaggio dei convogli ferroviari

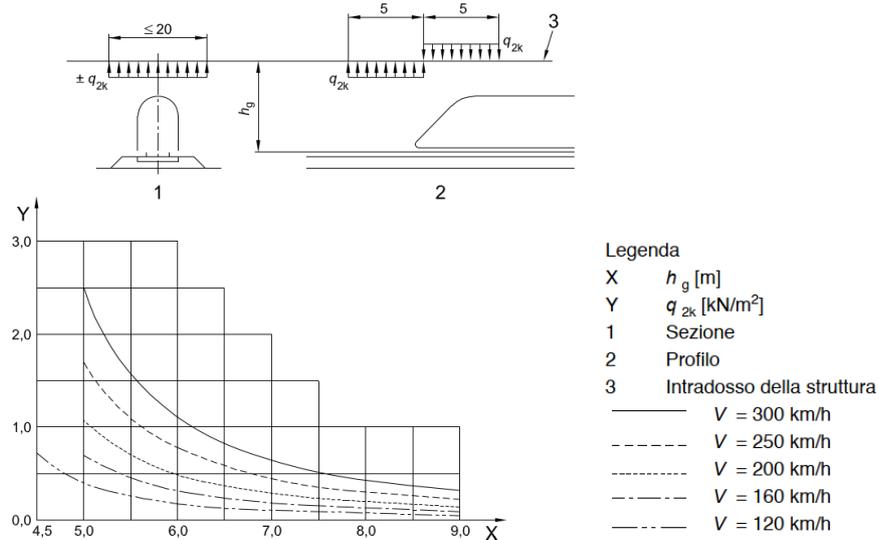


Figura 7.2 – Pressione/depressione in copertura passaggio dei convogli ferroviari

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 29 di 72 |

Nel caso specifico, l'azione di pressione e depressione aerodinamica può essere trascurata per i piedritti in quanto di entità irrilevante rispetto alle spinte laterali del terreno.

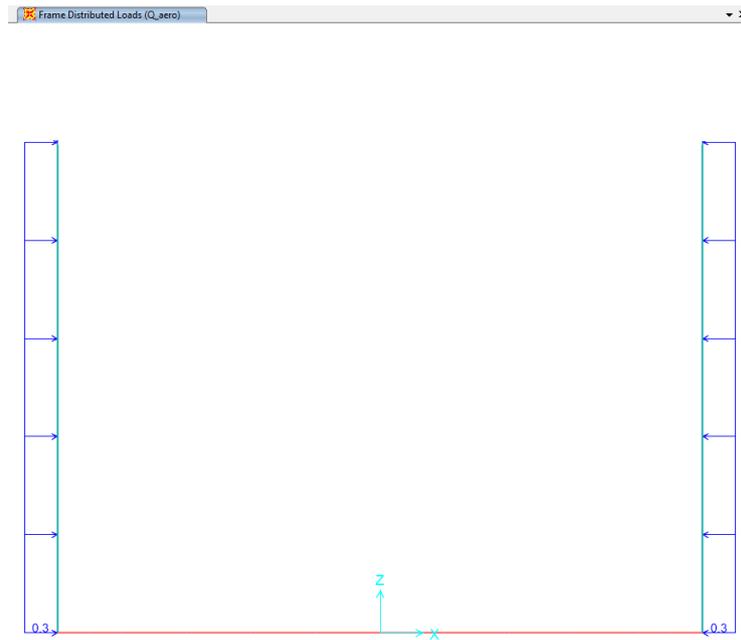


Figura - 4 Carico aerodinamico sulla soletta di copertura inferiore

8 CARICHI ORIZZONTALI SU RINGHIERE O PARAPETTI SULLA TESTA DEI MURI

8.1.1 Carico del vento

Si determina sotto la pressione del vento di progetto ponendosi nel comune di Parma in un territorio privo di ostacoli e considerando un tempo di ritorno dell'azione ambientale di $T_R=100$ anni

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

2) Emilia Romagna

| | | | |
|---|-----------------|-----------|-------------|
| Zona | $v_{b,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_a [1/s] |
| 2 | 25 | 750 | 0.015 |
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | | | 80 |
| T_R (Tempo di ritorno) | | | 100 |
| $v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ | | | |
| $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m | | | |
| v_b ($T_R = 50$ [m/s]) | | | 25.000 |
| $\alpha_{w1}(T_R)$ | | | 1.03924 |
| $v_b(T_R) = v_b \cdot \alpha_{w1}$ [m/s] | | | 25.981 |



p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
 q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$ ($\rho = 1,25$ kg/mc)

| | |
|--------------|--------|
| q_b [N/mq] | 421.88 |
|--------------|--------|

Coefficiente di forma

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

Coefficiente dinamico

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

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

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

| | | | | | |
|--------|----|-----|-----|-----|-----|
| ZONA 6 | | | | | |
| | | | | | |
| A | -- | III | IV | V | V |
| B | -- | II | III | IV | IV |
| C | -- | II | III | III | IV |
| D | I | I | II | II | III |

| | | | |
|---|----|----|-----|
| ZONE 7,8 | | | |
| | | | |
| A | -- | -- | IV |
| B | -- | -- | IV |
| C | -- | -- | III |
| D | I | II | * |
| * Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7 | | | |

| | | |
|--------|----|---|
| ZONA 9 | | |
| | | |
| A | -- | I |
| B | -- | I |
| C | -- | I |
| D | I | I |

$c_{wz}(z) = k_z^2 \cdot c_w \cdot \ln(z/z_0)$ [7 + $c_w \cdot \ln(z/z_0)$] per $z \geq z_{min}$
 $c_{wz}(z) = c_w(z_{min})$ per $z < z_{min}$

| | | |
|------|--------------------|-----------|
| Zona | Classe di rugosità | a_s [m] |
| 2 | B | 80 |

| | | | | |
|---------------|-------|-----------|---------------|-------|
| Cat. Esposiz. | k_z | z_0 [m] | z_{min} [m] | c_w |
| IV | 0.22 | 0.3 | 8 | 1 |

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

| ZONE 1,2,3,4,5 | | | | | | |
|----------------|----|-------|-----|-------|-----|------|
| costa marea | | | | | | |
| 2 km | | 10 km | | 30 km | | 750m |
| A | -- | IV | IV | V | V | V |
| B | -- | III | III | IV | IV | IV |
| C | -- | * | III | III | IV | IV |
| D | I | II | II | II | III | ** |

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

| ZONA 6 | | | | | |
|----------------|----|-------|-----|-------|-----|
| costa marea | | | | | |
| 2 km | | 10 km | | 30 km | |
| A | -- | III | IV | V | V |
| B | -- | II | III | IV | IV |
| C | -- | II | III | III | IV |
| D | I | I | II | II | III |

| ZONE 7,8 | | | |
|----------------|----|--------|-----|
| marea costa | | | |
| 1,5 km | | 0,5 km | |
| A | -- | -- | IV |
| B | -- | -- | IV |
| C | -- | -- | III |
| D | I | II | * |

* Categoria II in zona 8
Categoria III in zona 7

| ZONA 9 | | |
|----------------|----|---|
| costa marea | | |
| A | -- | I |
| B | -- | I |
| C | -- | I |
| D | I | I |

| Zona | Classe di rugosità | a_x [m] |
|------|--------------------|-----------|
| 2 | B | 80 |

| Cat. Esposiz. | k_s | z_0 [m] | z_{min} [m] | c_s |
|---------------|-------|-----------|---------------|-------|
| IV | 0.22 | 0.3 | 8 | 1 |

$$w(z) = k_s^2 \cdot c_s \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_s \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

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

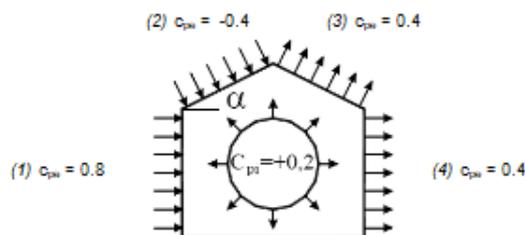
| z [m] | c_s |
|------------|-------|
| $z \leq 8$ | 1.634 |
| $z = 8$ | 1.634 |
| $z = 8$ | 1.634 |



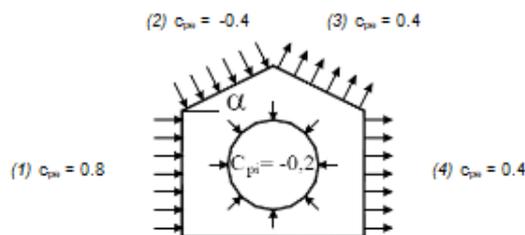
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

| | | |
|-----|-------|-----------|
| (1) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.80 | 0.552 |
| (2) | c_p | p [kN/mq] |
| | -0.40 | -0.278 |
| (3) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.278 |
| (4) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.278 |



| | | |
|-----|-------|-----------|
| (1) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.80 | 0.552 |
| (2) | c_p | p [kN/mq] |
| | -0.40 | -0.278 |
| (3) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.278 |
| (4) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.278 |



$C_p=1$; $p=0.69$ kN/m²

Tabella 8.1 – Calcolo della pressione del vento.

| | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 32 di 72 |

Per il solo calcolo del coefficiente di pressione c_p si devono distinguere 2 situazioni:

- vento applicato al muro in cemento armato (porosità 0%, coefficiente di solidità $\phi=100\%$) a cui corrisponde il coefficiente di pressione $c_p = 2.1$ (valore cautelativo per pareti libere e parapetti quali muri di linea che garantiscono una collaborazione longitudinale, secondo CNR-DT 207/2008 e UNI EN 1991-4:2005) a cui corrisponde una pressione pari a:

$$q_{\text{parete,k}} = 2.1 \times 0.69 = 1.45 \text{ kN/mq;}$$

- vento applicato alla rete protettiva/ringhiera di sommità (ove presente); in questo caso, assumendo un coefficiente di solidità (rapporto tra area piena e area lorda) pari a $\phi=40\%$ si ottiene un coefficiente di pressione pari a $c_p = 1.6$ (coerentemente con quanto riportato in C3.3.10.4.1 della Circolare applicativa delle NTC2018 ,ma anche in CNR-DT 207/2008 e UNI EN 1991-4:2005) a cui corrisponde una pressione pari a:

$$q_{\text{rete,k}} = 1.6 \times 0.69 = 1.11 \text{ kN/mq (da applicarsi solo sulla superficie netta di rete protettiva } = 0.40A_{\text{lorda}}).$$

8.1.2 Concomitanza delle azioni aerodinamiche / vento / pedoni

Per quanto riguarda l'eventuale presenza della rete protettiva (o ringhiera), come indicato nelle NTC2018 l'azione aerodinamica connessa al passaggio dei convogli ferroviari deve essere sempre considerata concomitante con l'azione del vento (con i rispettivi coefficienti di partecipazione), ma non con il carico orizzontale connesso alla presenza dei pedoni.

La somma dei valori caratteristici dell'azione del vento e dell'azione aerodinamica porta ad ottenere un valore caratteristico da applicare all'area lorda di rete protettiva/ringhiera (assumendo $\phi=40\%$) pari a:

$$q_{h,k} = 0.40 (q_{1,k} + q_{\text{rete,k}}) = 0.40 \times 1.45 = 0.58 \text{ kN/mq (mq di area lorda).}$$

$$P_{h,k} = 0.58 \times h = 0.58 \times 8.0 = 4.7 \text{ kN}$$

$$M_{h,k} = P_{h,k} \times h/2 = 4.7 \text{ kN} \times 8.0/2 = 19 \text{ kN.m}$$

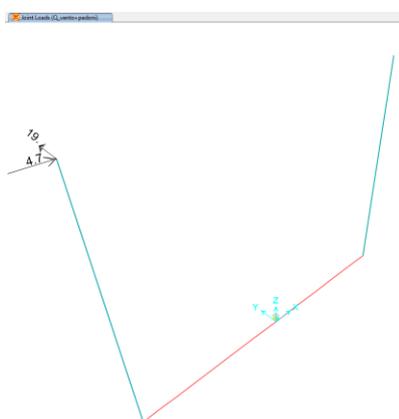


Fig. 18 – $Q_{\text{vento+pedoni}}$: Forza e momenti

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 33 di 72 |

8.2 Azioni sismiche

In condizioni sismiche, il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

Per la definizione dell'azione sismica si assumono i seguenti parametri di base:

- Categoria di suolo: C
- Categoria topografica: T1
- Vita nominale: VN = 75 anni;
- Classe d'uso : III;
- Coeff. d'uso: $c_u = 1.5$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $VR = VN \times c_u = 112.5$ anni

I parametri che definiscono l'azione sismica, calcolati mediante il documento excel Spettri-NTC.ver.1.0.3.xls fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, vengono di seguito riportati:

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IP00

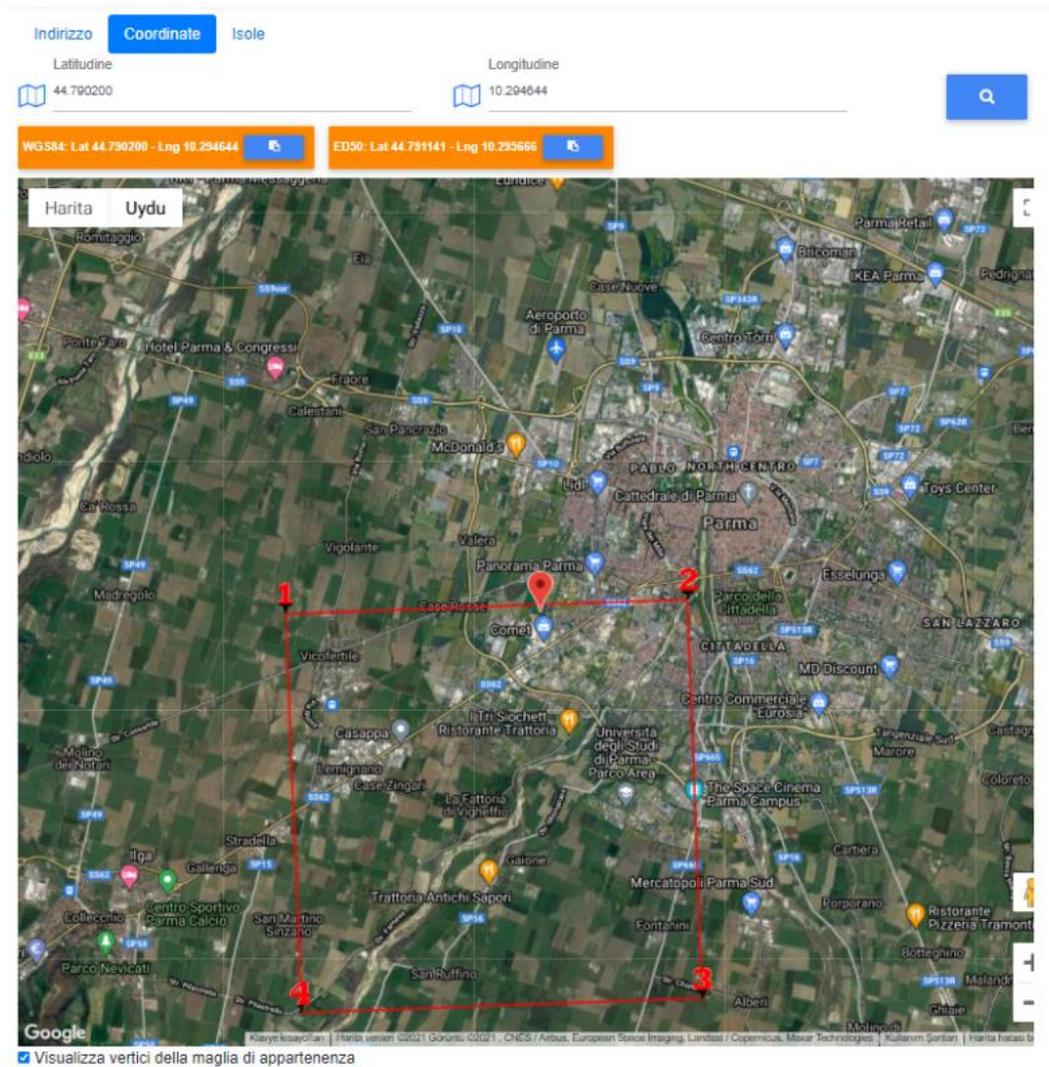
00

D26CL

GA 09 00 002

B

34 di 72



Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale 75

Interpolazione Media ponderata

CU = 1.5

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 68 | 0.068 | 2.475 | 0.263 |
| Danno (SLD) | 113 | 0.084 | 2.466 | 0.270 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 1068 | 0.194 | 2.465 | 0.289 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 2193 | 0.240 | 2.491 | 0.300 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: 112.5 | | | | |

Coefficienti sismici

Tipo Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T1

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,50 | 1,50 | 1,41 | 1,34 |
| CC Coeff. funz categoria | 1,63 | 1,62 | 1,58 | 1,56 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0.102 | 0.126 | 0.274 | 0.321 |
| kv | 0.051 | 0.063 | 0.137 | 0.160 |
| Amax [m/s ²] | 0.996 | 1.236 | 2.686 | 3.148 |
| Beta | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Per il calcolo in condizioni sismiche si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto:

- Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$
- Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v sono posti pari all'accelerazione massima degli spettri di progetto relativi allo stato limite considerato (SLV, SLD).

| | | | |
|---|--|------------|--|
| $a_{max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$ | Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito | | $k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$ $k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$ |
| | Categoria di sottosuolo | | |
| | A | B, C, D, E | |
| | β_s | β_s | |
| $0,2 < a_g (g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 | |
| $0,1 < a_g (g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 | |
| $a_g (g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 | |
| Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti: $\beta_s=1.0$ | | | |

| Stato limite | k_h | k_v |
|--------------|-------|-------|
| SLD | 0.126 | 0.063 |
| SLV | 0.274 | 0.137 |
| sld / slv | 0.460 | 0.460 |

Tabella 2 – Coefficienti sismici

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

$$G1 + G2 + \psi 2j Qkj$$

I carichi gravitazionali coinvolti dall'azione sismica sono:

8.2.1 Carichi Sismici

| EQ - Calculation | | | |
|---|--|--|--|
| Stato limite | ids | isr | |
| SLD | 0.126 | 0.063 | |
| SLV | 0.274 | 0.137 | |
| sls / slv | 0.460 | 0.460 | |
| Carichi sismici | | | |
| Solita Superiore | | Piedritti | |
| Larghezza | 0.00 m | Larghezza di Modello | 0.0 m |
| Spessore | 0.00 m | Larghezza di Modello | 9.3 m |
| γ_{conc} | 25.00 kN/m ³ | γ_{conc} | 25.00 kN/m ³ |
| Forze d'inerzia orizzontali (Sisma H) | | Forze d'inerzia orizzontali (Sisma H) | |
| SLD | 0.00 kN/m | SLD | 3.39 kN/m |
| SLV | 0.00 kN/m | SLV | 7.37 kN/m |
| Forze d'inerzia verticale (Sisma V) | | Forze d'inerzia verticale (Sisma V) | |
| SLD | 0.00 kN/m | SLD | 1.69 kN/m |
| SLV | 0.00 kN/m | SLV | 3.68 kN/m |
| | | | $f_s = k_s \cdot W$ |
| | | | $f_s = k_s \cdot W$ |
| Spinta Del Terreno in Fase Sismica | | | |
| R _{fill} | 19.00 kN/m ² | | |
| Fill Height | 0.5 | | |
| Orizzontali | | Verticale | |
| SLD | 28.3805 | SLD | 0.0285 |
| SLV | 61.7163 | SLV | 0.062 |
| | $(\gamma_{fill} \cdot H_{total}^2 / H_{model}^3) \cdot kh_{SLD}$ | | $(\gamma_{fill} \cdot H_{total}^2 / H_{model}^3) \cdot kv_{SLD}$ |
| | $(\gamma_{fill} \cdot H_{total}^2 / H_{model}^3) \cdot kh_{SLV}$ | | $(\gamma_{fill} \cdot H_{total}^2 / H_{model}^3) \cdot kv_{SLV}$ |
| *** Fill Load start joint is right wall side therefore maximum seismic fill load is applied right wall. | | | |
| Sisma SLD_H | | Sisma SLD_V | |
| Right Wall | 31.77 kN/m | Right Wall | 1.69 kN/m |
| Left Wall | 3.39 kN/m | Left Wall | 1.69 kN/m |
| Top Slab | 0.00 kN/m | Top Slab | 0.03 kN/m |
| Sisma SLV_H | | Sisma SLV_V | |
| Right Wall | 69.08 kN/m | Right Wall | 3.68 kN/m |
| Left Wall | 7.37 kN/m | Left Wall | 3.68 kN/m |
| Top Slab | 0.00 kN/m | Top Slab | 0.06 kN/m |

Tabella 3 – Carichi sismici

Le forze d'inerzia orizzontali relative allo SLV sono applicate come un carico f_h uniformemente distribuito lungo lo sviluppo dell'elemento agente da sinistra verso destra.

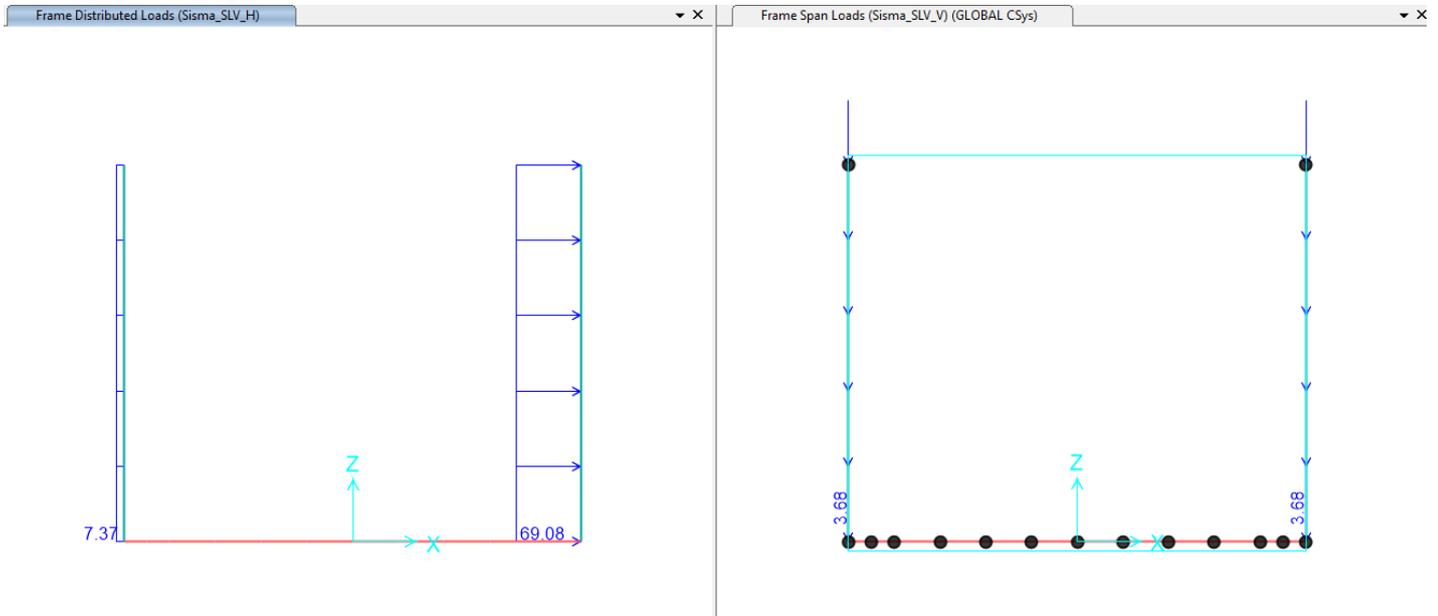


Fig. 19 – Sisma SLV_H e Sisma SLV_V – Forze inerziali orizzontali

9 VERIFICA AL MARTELLAMENTO

Tutte le strutture che costituiscono la galleria artificiale sono posizionate in continuità tra le parti. Il giunto strutturale presente tra i singoli tratti è un giunto necessario per consentire il ritiro della struttura ma non permette spostamenti relativi tra le due strutture contigue. Di fatto tale giunto garantisce per i due tratti un comportamento indipendente solo trasversalmente. Dal punto di vista longitudinale, infatti, vista l'enorme rigidità strutturale in tale direzione, gli spostamenti relativi possono essere trascurati.

Per tali ragioni le verifiche al martellamento possono ritenersi soddisfatte.

10 VERIFICHE SLD E SLO

Con riferimento alle verifiche allo Stato Limite di Danno ed allo Stato Limite di Operatività (SLD e SLO) si mette in evidenza che sono verifiche di deformabilità relativa (verifiche sugli spostamenti relativi di interpiano). Nel caso in esame, le strutture sono interamente interrato e in caso di sisma subiscono un moto traslazionale di tipo rigido, con spostamenti di interpiano quindi trascurabili. Pertanto, le verifiche SLD e SLO non sono significative e non vengono riportate e si ritengono implicitamente verificate.

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 39 di 72 |

11 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto nei capitoli 2 e 5 del DM 17/01/2018.

Gli stati limite ultimi analizzati si riferiscono al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera ed allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche della fondazione possono essere condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V delle NTC per i parametri geotecnici e le azioni.

- combinazione 1 → (A1+M1+R1) → generalmente dimensionante per STR
- combinazione 2 → (A2+M2+R2) → generalmente dimensionante per GEO (carico limite)

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti g_1 e g_3 | favorevoli | γ_{G1} e γ_{G3} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2 | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | favorevoli | $\gamma_{\epsilon 1}$ | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 ⁽⁴⁾ | 1,00 |
| Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari | favorevoli | $\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

| Azioni | Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV) | Coefficiente ψ_0 di combinazione | Coefficiente ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV) | Schema 1 (carichi tandem) | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 (folla) | – | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | a ponte scarico SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| | a ponte carico SLU e SLE | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| Neve | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | SLU e SLE | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

Per le opere di luce maggiore di 300 m è possibile modificare i coefficienti indicati in tabella previa autorizzazione del Servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sentito lo stesso Consiglio.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

| Coefficiente | | | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|---|-------------|----------------|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁵⁾ | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 |
| Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente | favorevole | γ_{Ced} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevole | | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

| Azioni | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|------------------|---|---------------------|---------------------|------------|
| Azioni singole | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| da traffico | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | g_{r1} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Gruppi di carico | g_{r2} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | g_{r3} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | g_{r4} | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione SLU e SLE | 0,80 0,0 | 0,0 0,0 | 0,0 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tab. 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni

| | Azioni | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| Azioni singole da traffico | Treno di carico LM 71 | 0,80 ⁽³⁾ | ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | Treno di carico SW /0 | 0,80 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno di carico SW/2 | 0,00 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno scarico | 1,00 ⁽³⁾ | - | - |
| | Centrifuga | ⁽²⁾ ⁽³⁾ | ⁽²⁾ | ⁽²⁾ |
| | Azione laterale (serpeggio) | 1,00 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

⁽³⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tab. 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

| Numero di binari | Binari Carichi | Traffico normale | | Traffico pesante ⁽²⁾ |
|------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | caso a ⁽¹⁾ | caso b ⁽¹⁾ | |
| 1 | Primo | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) | - | 1,0 SW/2 |
| 2 | Primo | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) | - | 1,0 SW/2 |
| | secondo | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) | - | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) |
| ≥3 | Primo | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) | 0,75 (LM 71 "+ SW/0) | 1,0 SW/2 |
| | secondo | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) | 0,75 (LM 71 "+ SW/0) | 1,0 (LM 71 "+ SW/0) |
| | Altri | - | 0,75 (LM 71 "+ SW/0) | - |

⁽¹⁾ LM71 "+ SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Fig. 21 – Estretto NTC2018_treni

| | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 43 di 72 |

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d = \Phi_k')$$

$$\text{GEO)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi))$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Rara)} \Rightarrow G1 + G2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \text{controllo tensioni cls / acc}$$

$$\text{Frequente)} \Rightarrow G1 + G2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \text{controllo apertura fessure}$$

$$\text{Quasi permanente)} \Rightarrow G1 + G2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \text{controllo tensioni cls}$$

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite da prendere in considerazione sono le seguenti:

$$\text{STR)} \Rightarrow E + G1 + G2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d = \Phi_k')$$

$$\text{GEO)} \Rightarrow E + G1 + G2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi))$$

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

$$G1 + G2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.I della norma; la stessa propone nel caso di ponti, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ solo quando rilevanti.

Nel caso in esame si è posto $\Psi_2 = 0$.

Le condizioni elementari di carico, riportate nella tabella sottostante, sono state combinate in modo da determinare gli effetti più gravosi per la struttura.

| | |
|----------------------------|-------------|
| G1_DEAD | Dead |
| Q_Temp_Uni + | Temperature |
| Q_Temp_Uni - | Temperature |
| Q_Temp_Farfalla + | Temperature |
| Q_Temp_Farfalla - | Temperature |
| Q_Ritiro | Temperature |
| Sisma_SLD_H | Quake |
| Sisma_SLD_V | Quake |
| Sisma_SLV_V | Quake |
| Sisma_SLV_H | Quake |
| G2_Sovraccarico permanente | Dead |
| G2_Ballast | Dead |
| G3_SP.dx_Spinta destra | Super Dead |
| G3_SP.sx_Spinta sinistra | Super Dead |
| G3_P.cop_Spinta verticale | Super Dead |
| Q_trn1 | Live |
| Q_SQ.sx | Live |
| Q_SQ.dx | Live |
| Q_veicoli1_p1 | Live |
| Q_veicoli1_q1 | Live |
| Q_veicoli1_p2 | Live |
| Q_veicoli1_q2 | Live |
| Q_veic_centrifuga | Live |
| Q_folla | Live |
| Q_vento+pedoni | Live |
| Q_aero | Live |
| Q_Collision | Live |

Tabella 4 - Condizioni elementari di carico definite nel modello di calcolo

| TABLE: Combination Definitions | | | TABLE: Combination Definitions | | |
|--------------------------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------|-------------|
| ComboName | CaseName | ScaleFactor | ComboName | CaseName | ScaleFactor |
| SLU-STR-01 | G1_DEAD | 1,35 | SLE-C-06 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-01 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLE-C-06 | Q_aero | 0,8 |
| SLU-STR-01 | G2_Ballast | 1,5 | SLE-C-07 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-01 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLE-C-07 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-01 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLE-C-07 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-01 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLE-C-07 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_trn1 | 1,45 | SLE-C-07 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLE-C-07 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLE-C-07 | Q_trn1 | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLE-C-07 | Q_SQ.sx | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLE-C-07 | Q_SQ.dx | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLE-C-07 | Q_veicoli1_p1 | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLE-C-07 | Q_veicoli1_q1 | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_Temp_Uni + | 0,8 | SLE-C-07 | Q_veicoli1_p2 | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLE-C-07 | Q_veicoli1_q2 | 1 |
| SLU-STR-01 | Q_Temp_Farfalla + | 0,8 | SLE-C-07 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-01 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLE-C-07 | Q_Temp_Uni - | 0,6 |
| SLU-STR-01 | Q_Ritiro | 0,8 | SLE-C-07 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-01 | Sisma_SLV_H | 0 | SLE-C-07 | Q_Temp_Farfalla - | 0,6 |
| SLU-STR-01 | Sisma_SLV_V | 0 | SLE-C-07 | Q_Ritiro | 0,6 |
| SLU-STR-01 | Sisma_SLD_H | 0 | SLE-C-07 | Sisma_SLV_H | 0 |
| SLU-STR-01 | Sisma_SLD_V | 0 | SLE-C-07 | Sisma_SLV_V | 0 |
| SLU-STR-01 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLE-C-07 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-01 | Q_folla | 1,2 | SLE-C-07 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-01 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLE-C-07 | Q_veic_centrifuga | 0,8 |
| SLU-STR-01 | Q_aero | 1,5 | SLE-C-07 | Q_folla | 0,8 |
| SLU-STR-01 | Q_collision | 1,5 | SLE-C-07 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-02 | G1_DEAD | 1,35 | SLE-C-07 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-02 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLE-C-08 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-02 | G2_Ballast | 1,5 | SLE-C-08 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-02 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLE-C-08 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-02 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLE-C-08 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-02 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLE-C-08 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-02 | Q_trn1 | 1,45 | SLE-C-08 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-02 | Q_SQ.sx | 1,2 | SLE-C-08 | Q_trn1 | 1 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|----------|----------------------------|-----|
| SLU-STR-02 | Q_SQ.dx | 1,2 | SLE-C-08 | Q_SQ.sx | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_veicoli1_p1 | 1,2 | SLE-C-08 | Q_SQ.dx | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_veicoli1_q1 | 1,2 | SLE-C-08 | Q_veicoli1_p1 | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_veicoli1_p2 | 1,2 | SLE-C-08 | Q_veicoli1_q1 | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_veicoli1_q2 | 1,2 | SLE-C-08 | Q_veicoli1_p2 | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_Temp_Uni + | 0,8 | SLE-C-08 | Q_veicoli1_q2 | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLE-C-08 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-02 | Q_Temp_Farfalla + | 0,8 | SLE-C-08 | Q_Temp_Uni - | 0,6 |
| SLU-STR-02 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLE-C-08 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-02 | Q_Ritiro | 0,8 | SLE-C-08 | Q_Temp_Farfalla - | 0,6 |
| SLU-STR-02 | Sisma_SLV_H | 0 | SLE-C-08 | Q_Ritiro | 0,6 |
| SLU-STR-02 | Sisma_SLV_V | 0 | SLE-C-08 | Sisma_SLV_H | 0 |
| SLU-STR-02 | Sisma_SLD_H | 0 | SLE-C-08 | Sisma_SLV_V | 0 |
| SLU-STR-02 | Sisma_SLD_V | 0 | SLE-C-08 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-02 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLE-C-08 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-02 | Q_folla | 1,2 | SLE-C-08 | Q_veic_centrifuga | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLE-C-08 | Q_folla | 0,8 |
| SLU-STR-02 | Q_collision | 1,5 | SLE-C-08 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-03 | G1_DEAD | 1,35 | SLE-C-08 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-03 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLE-C-09 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-03 | G2_Ballast | 1,5 | SLE-C-09 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-03 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLE-C-09 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-03 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLE-C-09 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-03 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLE-C-09 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_trn1 | 1,2 | SLE-C-09 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLE-C-09 | Q_trn1 | 0,8 |
| SLU-STR-03 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLE-C-09 | Q_SQ.sx | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLE-C-09 | Q_SQ.dx | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLE-C-09 | Q_veicoli1_p1 | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLE-C-09 | Q_veicoli1_q1 | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLE-C-09 | Q_veicoli1_p2 | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_Temp_Uni + | 0,8 | SLE-C-09 | Q_veicoli1_q2 | 1 |
| SLU-STR-03 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLE-C-09 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-03 | Q_Temp_Farfalla + | 0,8 | SLE-C-09 | Q_Temp_Uni - | 0,6 |
| SLU-STR-03 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLE-C-09 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-03 | Q_Ritiro | 0,8 | SLE-C-09 | Q_Temp_Farfalla - | 0,6 |
| SLU-STR-03 | Sisma_SLV_H | 0 | SLE-C-09 | Q_Ritiro | 0,6 |
| SLU-STR-03 | Sisma_SLV_V | 0 | SLE-C-09 | Sisma_SLV_H | 0 |
| SLU-STR-03 | Sisma_SLD_H | 0 | SLE-C-09 | Sisma_SLV_V | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|----------|----------------------------|-----|
| SLU-STR-03 | Sisma_SLD_V | 0 | SLE-C-09 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-03 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLE-C-09 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-03 | Q_folla | 1,2 | SLE-C-09 | Q_veic_centrifuga | 0,8 |
| SLU-STR-03 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLE-C-09 | Q_folla | 0,8 |
| SLU-STR-03 | Q_aero | 1,2 | SLE-C-09 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-04 | G1_DEAD | 1,35 | SLE-C-09 | Q_aero | 0,8 |
| SLU-STR-04 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLE-C-10 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-04 | G2_Ballast | 1,5 | SLE-C-10 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-04 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLE-C-10 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-04 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLE-C-10 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-04 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLE-C-10 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_trn1 | 1,45 | SLE-C-10 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLE-C-10 | Q_trn1 | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLE-C-10 | Q_SQ.sx | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLE-C-10 | Q_SQ.dx | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLE-C-10 | Q_veicoli1_p1 | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLE-C-10 | Q_veicoli1_q1 | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLE-C-10 | Q_veicoli1_p2 | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_Temp_Uni + | 1,2 | SLE-C-10 | Q_veicoli1_q2 | 1 |
| SLU-STR-04 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLE-C-10 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-04 | Q_Temp_Farfalla + | 1,2 | SLE-C-10 | Q_Temp_Uni - | 0,6 |
| SLU-STR-04 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLE-C-10 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-04 | Q_Ritiro | 1,2 | SLE-C-10 | Q_Temp_Farfalla - | 0,6 |
| SLU-STR-04 | Sisma_SLV_H | 0 | SLE-C-10 | Q_Ritiro | 0,6 |
| SLU-STR-04 | Sisma_SLV_V | 0 | SLE-C-10 | Sisma_SLV_H | 0 |
| SLU-STR-04 | Sisma_SLD_H | 0 | SLE-C-10 | Sisma_SLV_V | 0 |
| SLU-STR-04 | Sisma_SLD_V | 0 | SLE-C-10 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-04 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLE-C-10 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-04 | Q_folla | 1,2 | SLE-C-10 | Q_veic_centrifuga | 0,8 |
| SLU-STR-04 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLE-C-10 | Q_folla | 0,8 |
| SLU-STR-04 | Q_aero | 1,5 | SLE-C-10 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-05 | G1_DEAD | 1,35 | SLE-C-10 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-05 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLE-C-11 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-05 | G2_Ballast | 1,5 | SLE-C-11 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-05 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLE-C-11 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-05 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLE-C-11 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-05 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLE-C-11 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-05 | Q_trn1 | 1,45 | SLE-C-11 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-05 | Q_SQ.sx | 1,2 | SLE-C-11 | Q_trn1 | 1 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|----------|----------------------------|-----|
| SLU-STR-05 | Q_SQ.dx | 1,2 | SLE-C-11 | Q_SQ.sx | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_veicoli1_p1 | 1,2 | SLE-C-11 | Q_SQ.dx | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_veicoli1_q1 | 1,2 | SLE-C-11 | Q_veicoli1_p1 | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_veicoli1_p2 | 1,2 | SLE-C-11 | Q_veicoli1_q1 | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_veicoli1_q2 | 1,2 | SLE-C-11 | Q_veicoli1_p2 | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_Temp_Uni + | 1,2 | SLE-C-11 | Q_veicoli1_q2 | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLE-C-11 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-05 | Q_Temp_Farfalla + | 1,2 | SLE-C-11 | Q_Temp_Uni - | 0,6 |
| SLU-STR-05 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLE-C-11 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-05 | Q_Ritiro | 1,2 | SLE-C-11 | Q_Temp_Farfalla - | 0,6 |
| SLU-STR-05 | Sisma_SLV_H | 0 | SLE-C-11 | Q_Ritiro | 0,6 |
| SLU-STR-05 | Sisma_SLV_V | 0 | SLE-C-11 | Sisma_SLV_H | 0 |
| SLU-STR-05 | Sisma_SLD_H | 0 | SLE-C-11 | Sisma_SLV_V | 0 |
| SLU-STR-05 | Sisma_SLD_V | 0 | SLE-C-11 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-05 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLE-C-11 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-05 | Q_folla | 1,2 | SLE-C-11 | Q_veic_centrifuga | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLE-C-11 | Q_folla | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_aero | 1,5 | SLE-C-11 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-05 | Q_collision | 1,5 | SLE-C-11 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-06 | G1_DEAD | 1,35 | SLE-C-12 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-06 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLE-C-12 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-06 | G2_Ballast | 1,5 | SLE-C-12 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-06 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLE-C-12 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-06 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLE-C-12 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-06 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLE-C-12 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_trn1 | 1,2 | SLE-C-12 | Q_trn1 | 0,8 |
| SLU-STR-06 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLE-C-12 | Q_SQ.sx | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLE-C-12 | Q_SQ.dx | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLE-C-12 | Q_veicoli1_p1 | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLE-C-12 | Q_veicoli1_q1 | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLE-C-12 | Q_veicoli1_p2 | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLE-C-12 | Q_veicoli1_q2 | 1 |
| SLU-STR-06 | Q_Temp_Uni + | 1,2 | SLE-C-12 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-06 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLE-C-12 | Q_Temp_Uni - | 0,6 |
| SLU-STR-06 | Q_Temp_Farfalla + | 1,2 | SLE-C-12 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-06 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLE-C-12 | Q_Temp_Farfalla - | 0,6 |
| SLU-STR-06 | Q_Ritiro | 1,2 | SLE-C-12 | Q_Ritiro | 0,6 |
| SLU-STR-06 | Sisma_SLV_H | 0 | SLE-C-12 | Sisma_SLV_H | 0 |
| SLU-STR-06 | Sisma_SLV_V | 0 | SLE-C-12 | Sisma_SLV_V | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|----------|----------------------------|-----|
| SLU-STR-06 | Sisma_SLD_H | 0 | SLE-C-12 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-06 | Sisma_SLD_V | 0 | SLE-C-12 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-06 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLE-C-12 | Q_veic_centrifuga | 0,8 |
| SLU-STR-06 | Q_folla | 1,2 | SLE-C-12 | Q_folla | 0,8 |
| SLU-STR-06 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLE-C-12 | Q_vento+pedoni | 0,8 |
| SLU-STR-06 | Q_aero | 1,2 | SLE-C-12 | Q_aero | 0,8 |
| SLU-STR-07 | G1_DEAD | 1,35 | SLV-01 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-07 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLV-01 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-07 | G2_Ballast | 1,5 | SLV-01 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-07 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLV-01 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-07 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLV-01 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-07 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLV-01 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-07 | Q_trn1 | 1,45 | SLV-01 | Q_trn1 | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLV-01 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLV-01 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLV-01 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLV-01 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLV-01 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLV-01 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_Temp_Uni + | 0 | SLV-01 | Q_Temp_Uni + | 0,5 |
| SLU-STR-07 | Q_Temp_Uni - | 0,8 | SLV-01 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_Temp_Farfalla + | 0 | SLV-01 | Q_Temp_Farfalla + | 0,5 |
| SLU-STR-07 | Q_Temp_Farfalla - | 0,8 | SLV-01 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_Ritiro | 0,8 | SLV-01 | Q_Ritiro | 0,5 |
| SLU-STR-07 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-01 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLU-STR-07 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-01 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLU-STR-07 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-01 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-07 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-01 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLV-01 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_folla | 1,2 | SLV-01 | Q_folla | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLV-01 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLU-STR-07 | Q_aero | 1,5 | SLV-01 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-08 | G1_DEAD | 1,35 | SLV-02 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-08 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLV-02 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-08 | G2_Ballast | 1,5 | SLV-02 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-08 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLV-02 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-08 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLV-02 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-08 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLV-02 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-08 | Q_trn1 | 1,45 | SLV-02 | Q_trn1 | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|--------|----------------------------|-----|
| SLU-STR-08 | Q_SQ.sx | 1,2 | SLV-02 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_SQ.dx | 1,2 | SLV-02 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_veicoli1_p1 | 1,2 | SLV-02 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_veicoli1_q1 | 1,2 | SLV-02 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_veicoli1_p2 | 1,2 | SLV-02 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_veicoli1_q2 | 1,2 | SLV-02 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_Temp_Uni + | 0 | SLV-02 | Q_Temp_Uni + | 0,5 |
| SLU-STR-08 | Q_Temp_Uni - | 0,8 | SLV-02 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_Temp_Farfalla + | 0 | SLV-02 | Q_Temp_Farfalla + | 0,5 |
| SLU-STR-08 | Q_Temp_Farfalla - | 0,8 | SLV-02 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_Ritiro | 0,8 | SLV-02 | Q_Ritiro | 0,5 |
| SLU-STR-08 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-02 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLU-STR-08 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-02 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLU-STR-08 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-02 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-08 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-02 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLV-02 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_folla | 1,2 | SLV-02 | Q_folla | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLV-02 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLU-STR-08 | Q_aero | 1,5 | SLV-02 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-09 | G1_DEAD | 1,35 | SLV-03 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-09 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLV-03 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-09 | G2_Ballast | 1,5 | SLV-03 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-09 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLV-03 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-09 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLV-03 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-09 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLV-03 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-09 | Q_trn1 | 1,2 | SLV-03 | Q_trn1 | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLV-03 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLV-03 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLV-03 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLV-03 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLV-03 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLV-03 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_Temp_Uni + | 0 | SLV-03 | Q_Temp_Uni + | 0,5 |
| SLU-STR-09 | Q_Temp_Uni - | 0,8 | SLV-03 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_Temp_Farfalla + | 0 | SLV-03 | Q_Temp_Farfalla + | 0,5 |
| SLU-STR-09 | Q_Temp_Farfalla - | 0,8 | SLV-03 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_Ritiro | 0,8 | SLV-03 | Q_Ritiro | 0,5 |
| SLU-STR-09 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-03 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLU-STR-09 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-03 | Sisma_SLV_V | 1 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|--------|----------------------------|---|
| SLU-STR-09 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-03 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-09 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-03 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLV-03 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_folla | 1,2 | SLV-03 | Q_folla | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLV-03 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLU-STR-09 | Q_aero | 1,2 | SLV-03 | Q_aero | 0 |
| SLU-STR-10 | G1_DEAD | 1,35 | SLV-04 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-10 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLV-04 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-10 | G2_Ballast | 1,5 | SLV-04 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-10 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLV-04 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-10 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLV-04 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-10 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLV-04 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-10 | Q_trn1 | 1,45 | SLV-04 | Q_trn1 | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLV-04 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLV-04 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLV-04 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLV-04 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLV-04 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLV-04 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_Temp_Uni + | 0 | SLV-04 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_Temp_Uni - | 1,2 | SLV-04 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_Temp_Farfalla + | 0 | SLV-04 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_Temp_Farfalla - | 1,2 | SLV-04 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_Ritiro | 1,2 | SLV-04 | Q_Ritiro | 0 |
| SLU-STR-10 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-04 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLU-STR-10 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-04 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLU-STR-10 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-04 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-10 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-04 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLV-04 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_folla | 1,2 | SLV-04 | Q_folla | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLV-04 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLU-STR-10 | Q_aero | 1,5 | SLV-04 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-11 | G1_DEAD | 1,35 | SLV-05 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-11 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLV-05 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-11 | G2_Ballast | 1,5 | SLV-05 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-11 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLV-05 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-11 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLV-05 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-11 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLV-05 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-11 | Q_trn1 | 1,45 | SLV-05 | Q_trn1 | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|--------|----------------------------|---|
| SLU-STR-11 | Q_SQ.sx | 1,2 | SLV-05 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_SQ.dx | 1,2 | SLV-05 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_veicoli1_p1 | 1,2 | SLV-05 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_veicoli1_q1 | 1,2 | SLV-05 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_veicoli1_p2 | 1,2 | SLV-05 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_veicoli1_q2 | 1,2 | SLV-05 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_Temp_Uni + | 0 | SLV-05 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_Temp_Uni - | 1,2 | SLV-05 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_Temp_Farfalla + | 0 | SLV-05 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_Temp_Farfalla - | 1,2 | SLV-05 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_Ritiro | 1,2 | SLV-05 | Q_Ritiro | 0 |
| SLU-STR-11 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-05 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLU-STR-11 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-05 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLU-STR-11 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-05 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-11 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-05 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLV-05 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_folla | 1,2 | SLV-05 | Q_folla | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLV-05 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLU-STR-11 | Q_aero | 1,5 | SLV-05 | Q_aero | 1 |
| SLU-STR-12 | G1_DEAD | 1,35 | SLV-06 | G1_DEAD | 1 |
| SLU-STR-12 | G2_Sovraccarico permanente | 1,5 | SLV-06 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLU-STR-12 | G2_Ballast | 1,5 | SLV-06 | G2_Ballast | 1 |
| SLU-STR-12 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1,5 | SLV-06 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLU-STR-12 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1,5 | SLV-06 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLU-STR-12 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1,5 | SLV-06 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLU-STR-12 | Q_trn1 | 1,2 | SLV-06 | Q_trn1 | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_SQ.sx | 1,45 | SLV-06 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_SQ.dx | 1,45 | SLV-06 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_veicoli1_p1 | 1,45 | SLV-06 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_veicoli1_q1 | 1,45 | SLV-06 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_veicoli1_p2 | 1,45 | SLV-06 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_veicoli1_q2 | 1,45 | SLV-06 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_Temp_Uni + | 0 | SLV-06 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_Temp_Uni - | 1,2 | SLV-06 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_Temp_Farfalla + | 0 | SLV-06 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_Temp_Farfalla - | 1,2 | SLV-06 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_Ritiro | 1,2 | SLV-06 | Q_Ritiro | 0 |
| SLU-STR-12 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-06 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLU-STR-12 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-06 | Sisma_SLV_V | 1 |

| | | | | | |
|------------|----------------------------|-----|--------|----------------------------|-----|
| SLU-STR-12 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-06 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLU-STR-12 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-06 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_veic_centrifuga | 1,2 | SLV-06 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_folla | 1,2 | SLV-06 | Q_folla | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_vento+pedoni | 1,2 | SLV-06 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLU-STR-12 | Q_aero | 1,2 | SLV-06 | Q_aero | 0 |
| SLE-C-01 | G1_DEAD | 1 | SLV-07 | G1_DEAD | 1 |
| SLE-C-01 | G2_Sovraccarico permanente | 1 | SLV-07 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLE-C-01 | G2_Ballast | 1 | SLV-07 | G2_Ballast | 1 |
| SLE-C-01 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 | SLV-07 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLE-C-01 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 | SLV-07 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLE-C-01 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 | SLV-07 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLE-C-01 | Q_trn1 | 1 | SLV-07 | Q_trn1 | 0 |
| SLE-C-01 | Q_SQ.sx | 1 | SLV-07 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLE-C-01 | Q_SQ.dx | 1 | SLV-07 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLE-C-01 | Q_veicoli1_p1 | 1 | SLV-07 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLE-C-01 | Q_veicoli1_q1 | 1 | SLV-07 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLE-C-01 | Q_veicoli1_p2 | 1 | SLV-07 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLE-C-01 | Q_veicoli1_q2 | 1 | SLV-07 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLE-C-01 | Q_Temp_Uni + | 0,6 | SLV-07 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLE-C-01 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLV-07 | Q_Temp_Uni - | 0,5 |
| SLE-C-01 | Q_Temp_Farfalla + | 0,6 | SLV-07 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLE-C-01 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLV-07 | Q_Temp_Farfalla - | 0,5 |
| SLE-C-01 | Q_Ritiro | 0,6 | SLV-07 | Q_Ritiro | 0,5 |
| SLE-C-01 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-07 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLE-C-01 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-07 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLE-C-01 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-07 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLE-C-01 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-07 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLE-C-01 | Q_veic_centrifuga | 0,8 | SLV-07 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLE-C-01 | Q_folla | 0,8 | SLV-07 | Q_folla | 0 |
| SLE-C-01 | Q_vento+pedoni | 0,8 | SLV-07 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLE-C-01 | Q_aero | 1 | SLV-07 | Q_aero | 1 |
| SLE-C-01 | Q_collision | 1 | SLV-08 | G1_DEAD | 1 |
| SLE-C-02 | G1_DEAD | 1 | SLV-08 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLE-C-02 | G2_Sovraccarico permanente | 1 | SLV-08 | G2_Ballast | 1 |
| SLE-C-02 | G2_Ballast | 1 | SLV-08 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLE-C-02 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 | SLV-08 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLE-C-02 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 | SLV-08 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLE-C-02 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 | SLV-08 | Q_trn1 | 0 |

| | | | | | |
|----------|----------------------------|-----|--------|----------------------------|-----|
| SLE-C-02 | Q_trn1 | 1 | SLV-08 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLE-C-02 | Q_SQ.sx | 0,8 | SLV-08 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLE-C-02 | Q_SQ.dx | 0,8 | SLV-08 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLE-C-02 | Q_veicoli1_p1 | 0,8 | SLV-08 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLE-C-02 | Q_veicoli1_q1 | 0,8 | SLV-08 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLE-C-02 | Q_veicoli1_p2 | 0,8 | SLV-08 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLE-C-02 | Q_veicoli1_q2 | 0,8 | SLV-08 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLE-C-02 | Q_Temp_Uni + | 0,6 | SLV-08 | Q_Temp_Uni - | 0,5 |
| SLE-C-02 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLV-08 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLE-C-02 | Q_Temp_Farfalla + | 0,6 | SLV-08 | Q_Temp_Farfalla - | 0,5 |
| SLE-C-02 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLV-08 | Q_Ritiro | 0,5 |
| SLE-C-02 | Q_Ritiro | 0,6 | SLV-08 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLE-C-02 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-08 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLE-C-02 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-08 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLE-C-02 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-08 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLE-C-02 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-08 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLE-C-02 | Q_veic_centrifuga | 0,8 | SLV-08 | Q_folla | 0 |
| SLE-C-02 | Q_folla | 0,8 | SLV-08 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLE-C-02 | Q_vento+pedoni | 0,8 | SLV-08 | Q_aero | 1 |
| SLE-C-02 | Q_collision | 0,8 | SLV-09 | G1_DEAD | 1 |
| SLE-C-03 | G1_DEAD | 1 | SLV-09 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLE-C-03 | G2_Sovraccarico permanente | 1 | SLV-09 | G2_Ballast | 1 |
| SLE-C-03 | G2_Ballast | 1 | SLV-09 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLE-C-03 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 | SLV-09 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLE-C-03 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 | SLV-09 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLE-C-03 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 | SLV-09 | Q_trn1 | 0 |
| SLE-C-03 | Q_trn1 | 0,8 | SLV-09 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLE-C-03 | Q_SQ.sx | 1 | SLV-09 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLE-C-03 | Q_SQ.dx | 1 | SLV-09 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLE-C-03 | Q_veicoli1_p1 | 1 | SLV-09 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLE-C-03 | Q_veicoli1_q1 | 1 | SLV-09 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLE-C-03 | Q_veicoli1_p2 | 1 | SLV-09 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLE-C-03 | Q_veicoli1_q2 | 1 | SLV-09 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLE-C-03 | Q_Temp_Uni + | 0,6 | SLV-09 | Q_Temp_Uni - | 0,5 |
| SLE-C-03 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLV-09 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLE-C-03 | Q_Temp_Farfalla + | 0,6 | SLV-09 | Q_Temp_Farfalla - | 0,5 |
| SLE-C-03 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLV-09 | Q_Ritiro | 0,5 |
| SLE-C-03 | Q_Ritiro | 0,6 | SLV-09 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLE-C-03 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-09 | Sisma_SLV_V | 1 |

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

55 di 72

| | | | | | |
|----------|----------------------------|-----|--------|----------------------------|---|
| SLE-C-03 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-09 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLE-C-03 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-09 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLE-C-03 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-09 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLE-C-03 | Q_veic_centrifuga | 0,8 | SLV-09 | Q_folla | 0 |
| SLE-C-03 | Q_folla | 0,8 | SLV-09 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLE-C-03 | Q_vento+pedoni | 0,8 | SLV-09 | Q_aero | 0 |
| SLE-C-03 | Q_aero | 0,8 | SLV-10 | G1_DEAD | 1 |
| SLE-C-04 | G1_DEAD | 1 | SLV-10 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLE-C-04 | G2_Sovraccarico permanente | 1 | SLV-10 | G2_Ballast | 1 |
| SLE-C-04 | G2_Ballast | 1 | SLV-10 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLE-C-04 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 | SLV-10 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLE-C-04 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 | SLV-10 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLE-C-04 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 | SLV-10 | Q_trn1 | 0 |
| SLE-C-04 | Q_trn1 | 1 | SLV-10 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLE-C-04 | Q_SQ.sx | 1 | SLV-10 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLE-C-04 | Q_SQ.dx | 1 | SLV-10 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLE-C-04 | Q_veicoli1_p1 | 1 | SLV-10 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLE-C-04 | Q_veicoli1_q1 | 1 | SLV-10 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLE-C-04 | Q_veicoli1_p2 | 1 | SLV-10 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLE-C-04 | Q_veicoli1_q2 | 1 | SLV-10 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLE-C-04 | Q_Temp_Uni + | 0,6 | SLV-10 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLE-C-04 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLV-10 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLE-C-04 | Q_Temp_Farfalla + | 0,6 | SLV-10 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLE-C-04 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLV-10 | Q_Ritiro | 0 |
| SLE-C-04 | Q_Ritiro | 0,6 | SLV-10 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLE-C-04 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-10 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLE-C-04 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-10 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLE-C-04 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-10 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLE-C-04 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-10 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLE-C-04 | Q_veic_centrifuga | 0,8 | SLV-10 | Q_folla | 0 |
| SLE-C-04 | Q_folla | 0,8 | SLV-10 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLE-C-04 | Q_vento+pedoni | 0,8 | SLV-10 | Q_aero | 1 |
| SLE-C-04 | Q_aero | 1 | SLV-11 | G1_DEAD | 1 |
| SLE-C-05 | G1_DEAD | 1 | SLV-11 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLE-C-05 | G2_Sovraccarico permanente | 1 | SLV-11 | G2_Ballast | 1 |
| SLE-C-05 | G2_Ballast | 1 | SLV-11 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLE-C-05 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 | SLV-11 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLE-C-05 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 | SLV-11 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLE-C-05 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 | SLV-11 | Q_trn1 | 0 |

| | | | | | |
|----------|----------------------------|-----|--------|----------------------------|---|
| SLE-C-05 | Q_trn1 | 1 | SLV-11 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLE-C-05 | Q_SQ.sx | 0,8 | SLV-11 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLE-C-05 | Q_SQ.dx | 0,8 | SLV-11 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLE-C-05 | Q_veicoli1_p1 | 0,8 | SLV-11 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLE-C-05 | Q_veicoli1_q1 | 0,8 | SLV-11 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLE-C-05 | Q_veicoli1_p2 | 0,8 | SLV-11 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLE-C-05 | Q_veicoli1_q2 | 0,8 | SLV-11 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLE-C-05 | Q_Temp_Uni + | 0,6 | SLV-11 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLE-C-05 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLV-11 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLE-C-05 | Q_Temp_Farfalla + | 0,6 | SLV-11 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLE-C-05 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLV-11 | Q_Ritiro | 0 |
| SLE-C-05 | Q_Ritiro | 0,6 | SLV-11 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLE-C-05 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-11 | Sisma_SLV_V | 1 |
| SLE-C-05 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-11 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLE-C-05 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-11 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLE-C-05 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-11 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLE-C-05 | Q_veic_centrifuga | 0,8 | SLV-11 | Q_folla | 0 |
| SLE-C-05 | Q_folla | 0,8 | SLV-11 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLE-C-05 | Q_vento+pedoni | 0,8 | SLV-11 | Q_aero | 1 |
| SLE-C-05 | Q_aero | 1 | SLV-12 | G1_DEAD | 1 |
| SLE-C-05 | Q_collision | 1 | SLV-12 | G2_Sovraccarico permanente | 1 |
| SLE-C-06 | G1_DEAD | 1 | SLV-12 | G2_Ballast | 1 |
| SLE-C-06 | G2_Sovraccarico permanente | 1 | SLV-12 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 |
| SLE-C-06 | G2_Ballast | 1 | SLV-12 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 |
| SLE-C-06 | G3_SP.sx_Spinta sinistra | 1 | SLV-12 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 |
| SLE-C-06 | G3_SP.dx_Spinta destra | 1 | SLV-12 | Q_trn1 | 0 |
| SLE-C-06 | G3_Pcop_Spinta verticale | 1 | SLV-12 | Q_SQ.sx | 0 |
| SLE-C-06 | Q_trn1 | 0,8 | SLV-12 | Q_SQ.dx | 0 |
| SLE-C-06 | Q_SQ.sx | 1 | SLV-12 | Q_veicoli1_p1 | 0 |
| SLE-C-06 | Q_SQ.dx | 1 | SLV-12 | Q_veicoli1_q1 | 0 |
| SLE-C-06 | Q_veicoli1_p1 | 1 | SLV-12 | Q_veicoli1_p2 | 0 |
| SLE-C-06 | Q_veicoli1_q1 | 1 | SLV-12 | Q_veicoli1_q2 | 0 |
| SLE-C-06 | Q_veicoli1_p2 | 1 | SLV-12 | Q_Temp_Uni + | 0 |
| SLE-C-06 | Q_veicoli1_q2 | 1 | SLV-12 | Q_Temp_Uni - | 0 |
| SLE-C-06 | Q_Temp_Uni + | 0,6 | SLV-12 | Q_Temp_Farfalla + | 0 |
| SLE-C-06 | Q_Temp_Uni - | 0 | SLV-12 | Q_Temp_Farfalla - | 0 |
| SLE-C-06 | Q_Temp_Farfalla + | 0,6 | SLV-12 | Q_Ritiro | 0 |
| SLE-C-06 | Q_Temp_Farfalla - | 0 | SLV-12 | Sisma_SLV_H | 1 |
| SLE-C-06 | Q_Ritiro | 0,6 | SLV-12 | Sisma_SLV_V | 1 |



**COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA
(PONTREMOLESE)**

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

COMMESSA

IP00

LOTTO

00

CODIFICA

D26CL

DOCUMENTO

GA 09 00 002

REV.

B

FOGLIO

57 di 72

| | | | | | |
|----------|-------------------|-----|--------|-------------------|---|
| SLE-C-06 | Sisma_SLV_H | 0 | SLV-12 | Sisma_SLD_H | 0 |
| SLE-C-06 | Sisma_SLV_V | 0 | SLV-12 | Sisma_SLD_V | 0 |
| SLE-C-06 | Sisma_SLD_H | 0 | SLV-12 | Q_veic_centrifuga | 0 |
| SLE-C-06 | Sisma_SLD_V | 0 | SLV-12 | Q_folla | 0 |
| SLE-C-06 | Q_veic_centrifuga | 0,8 | SLV-12 | Q_vento+pedoni | 0 |
| SLE-C-06 | Q_folla | 0,8 | SLV-12 | Q_aero | 0 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|-------------------|---------------------------|-----------|--------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) | | | | | |
| | TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA | COMMESSA IP00 | LOTTO 00 | CODIFICA D26CL | DOCUMENTO GA 09 00 002 | REV. B | FOGLIO 58 di 72 |

12 RISULTATI DELLE ANALISI

Le verifiche sono state condotte con riferimento alle seguenti sezioni significative.

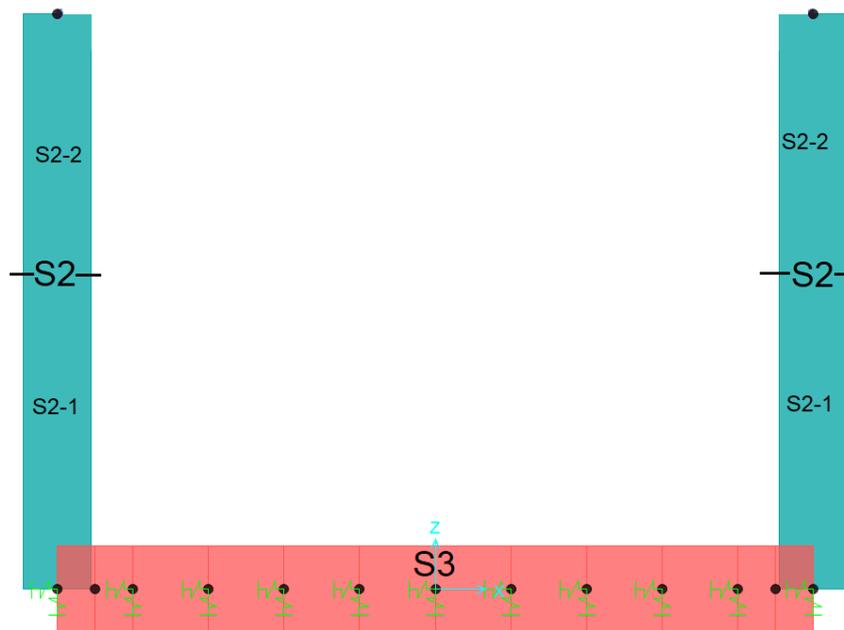


Fig. 22 – Sezioni di verifica

Si riportano di seguito una sintesi dei risultati delle analisi espressi in forma tabellare delle sollecitazioni lungo gli elementi.

La convenzione adottata per i segni delle sollecitazioni prevede che

$N < 0$ compressione

$M > 0$ fibre tese sul lato interno allo scatolare

Le unità di misura adottate sono

Momenti kNm

Forze kN

Moment 3-3 Diagram (INV_SLU_STR - Max/Min)

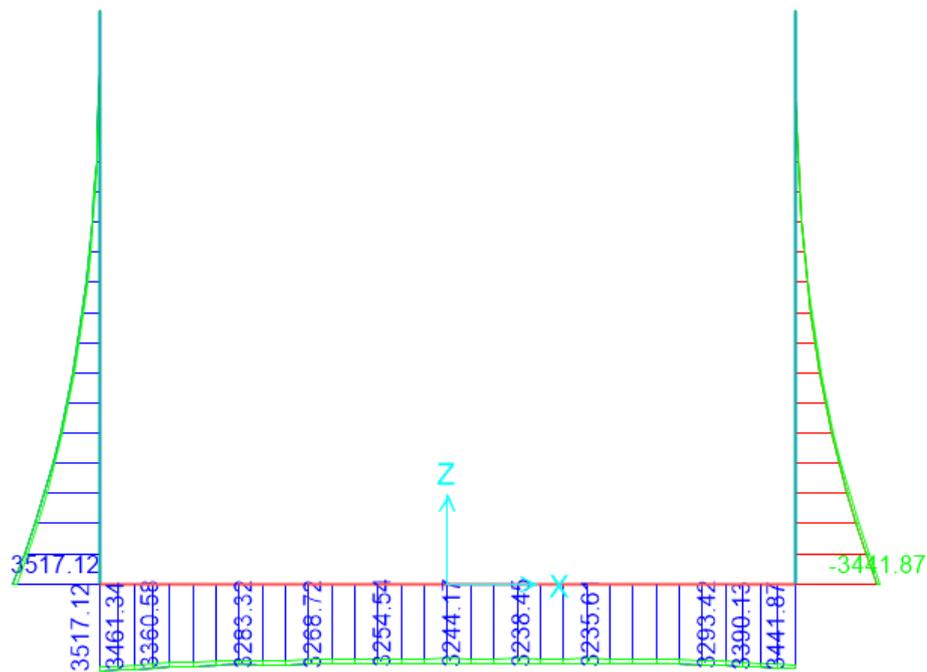


Fig. 23 – Involuppo SLU_Static – Momenti Flettenti

Shear Force 2-2 Diagram (INV_SLU_STR - Max/Min)

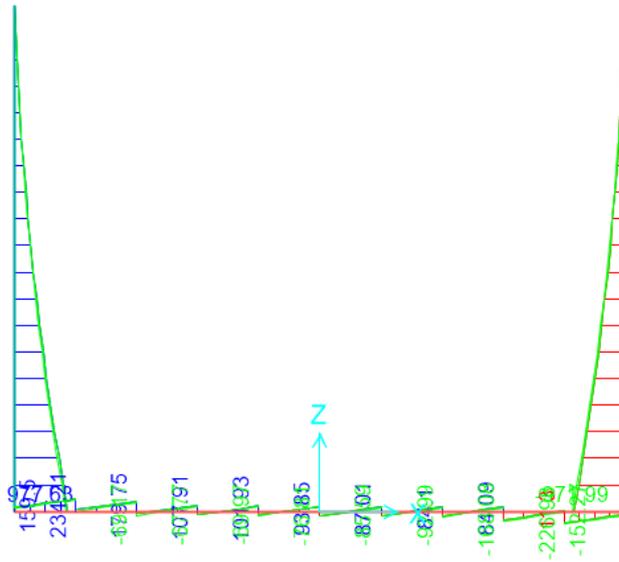


Fig. 24 – Involuppo SLU_Static – Sforzo di taglio

Axial Force Diagram (INV_SLU_STR - Max/Min)

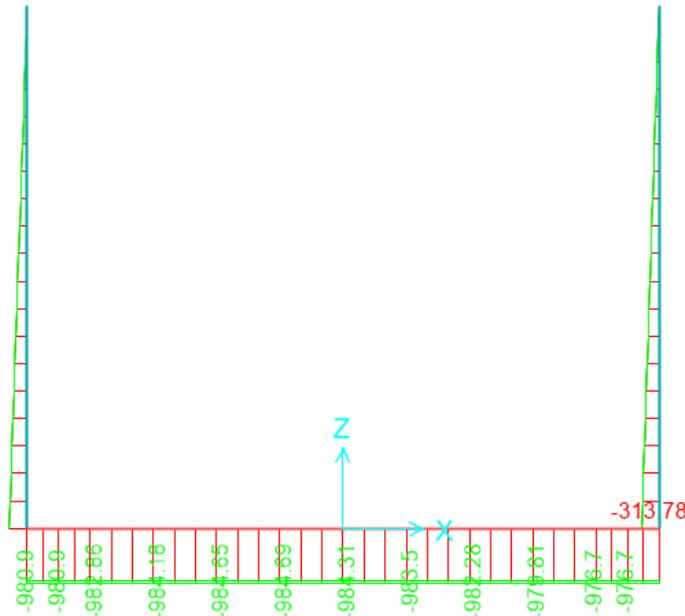


Fig. 25 – Involuppo SLU_Static – Sforzo Normale

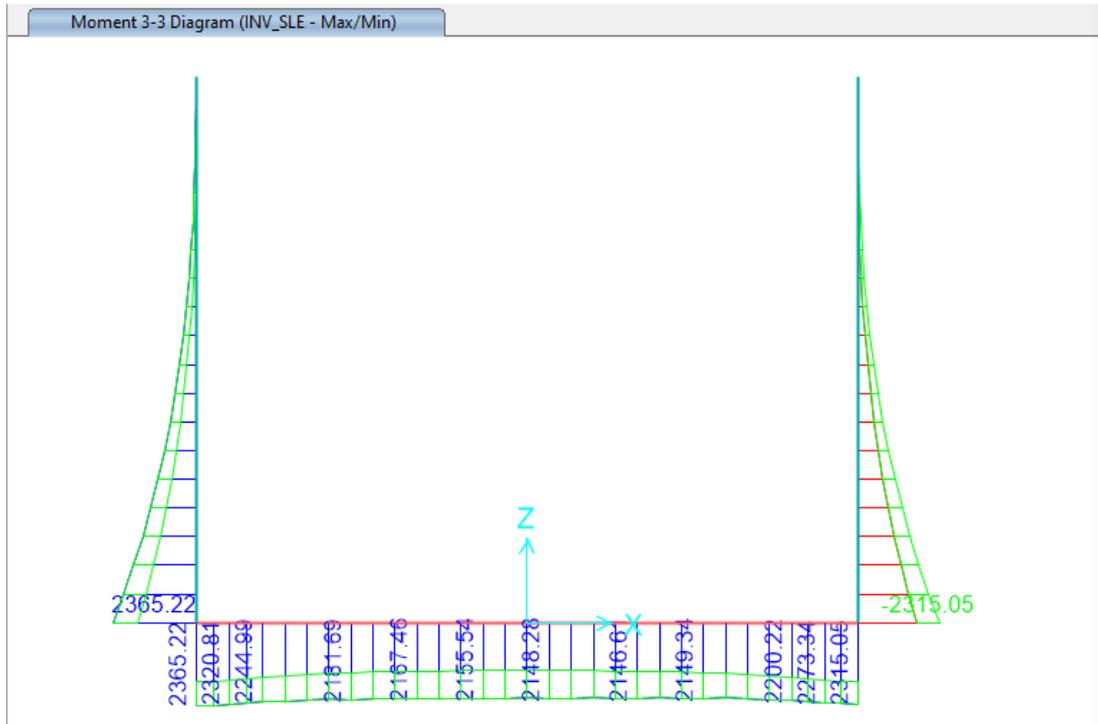


Fig. 26 – Involuppo SLE – Momento Flettente

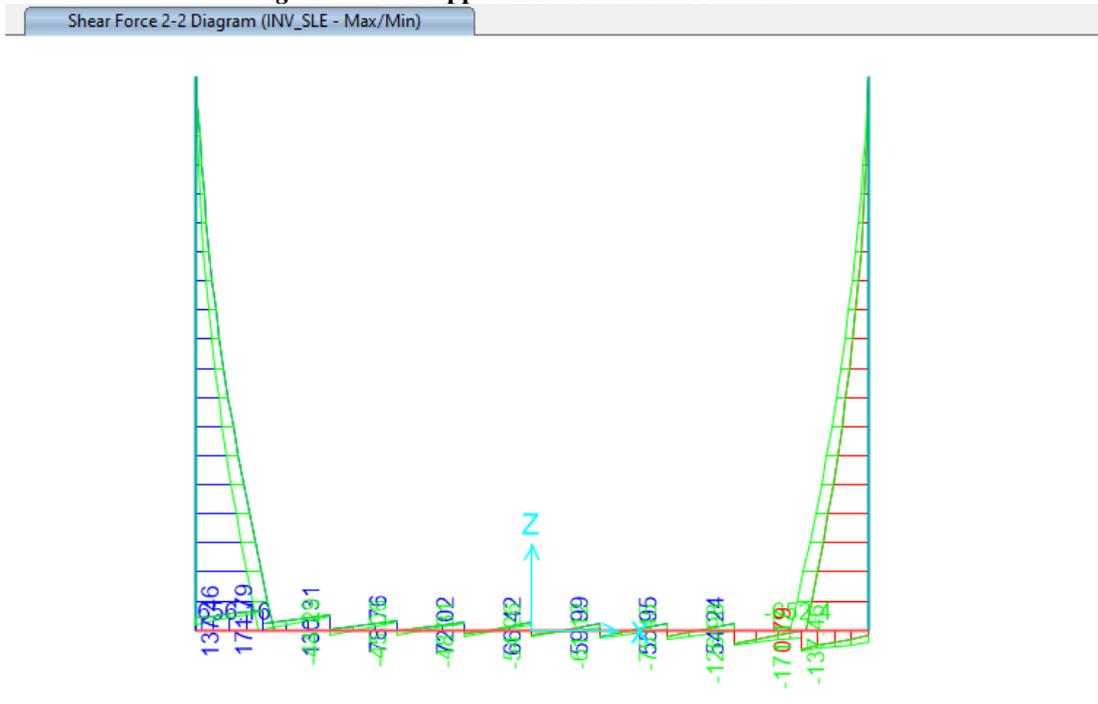


Fig. 27 – Involuppo SLE – Sforzo di Taglio

Axial Force Diagram (INV_SLE - Max/Min)

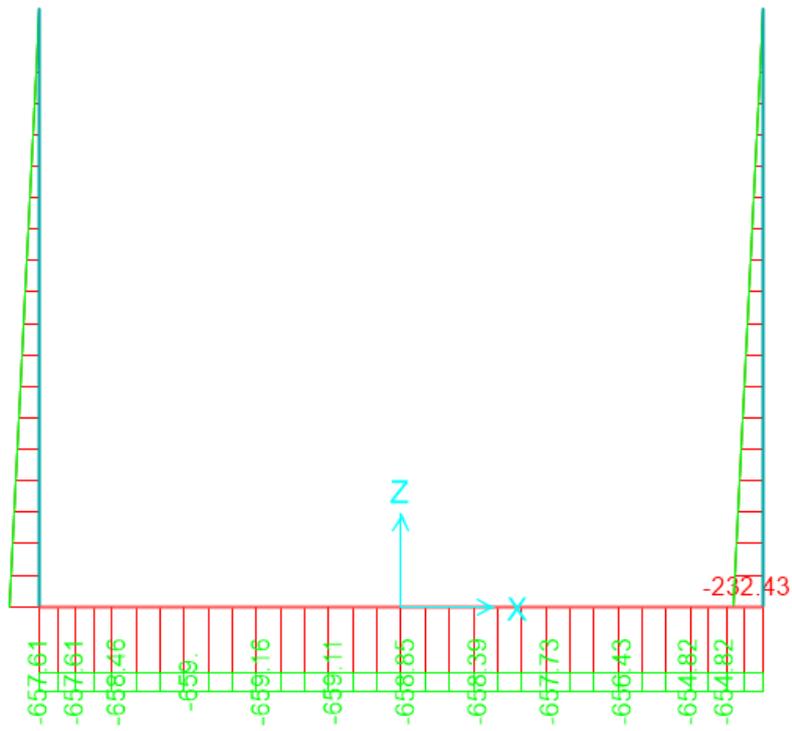


Fig. 28 – Inviluppo SLE – Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV_SLV - Max/Min)

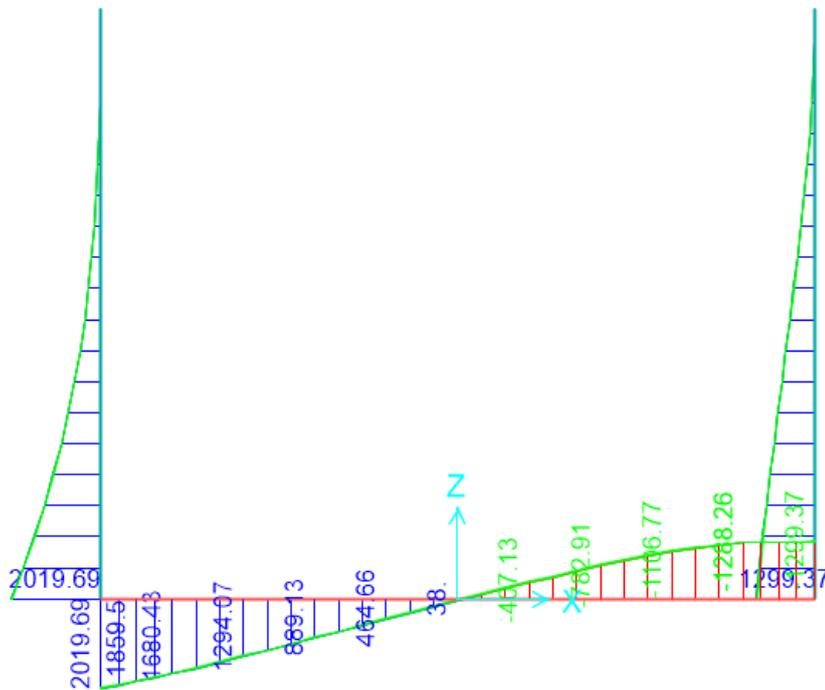


Fig. 29 – Involuppo SLV_Sismic – Momenti Flettenti/

Shear Force 2-2 Diagram (INV_SLV - Max/Min)

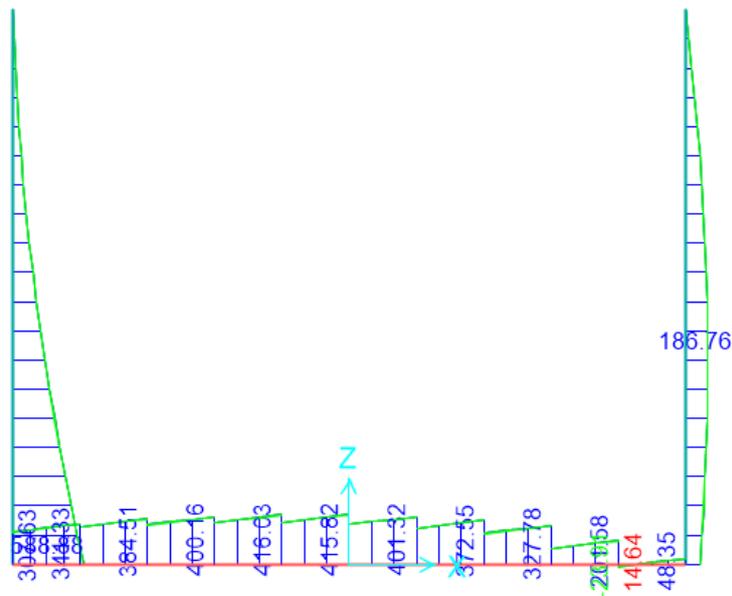


Fig. 30 – Involuppo SLV_Sismic – Sforzo di taglio

Axial Force Diagram (INV_SLV - Max/Min)

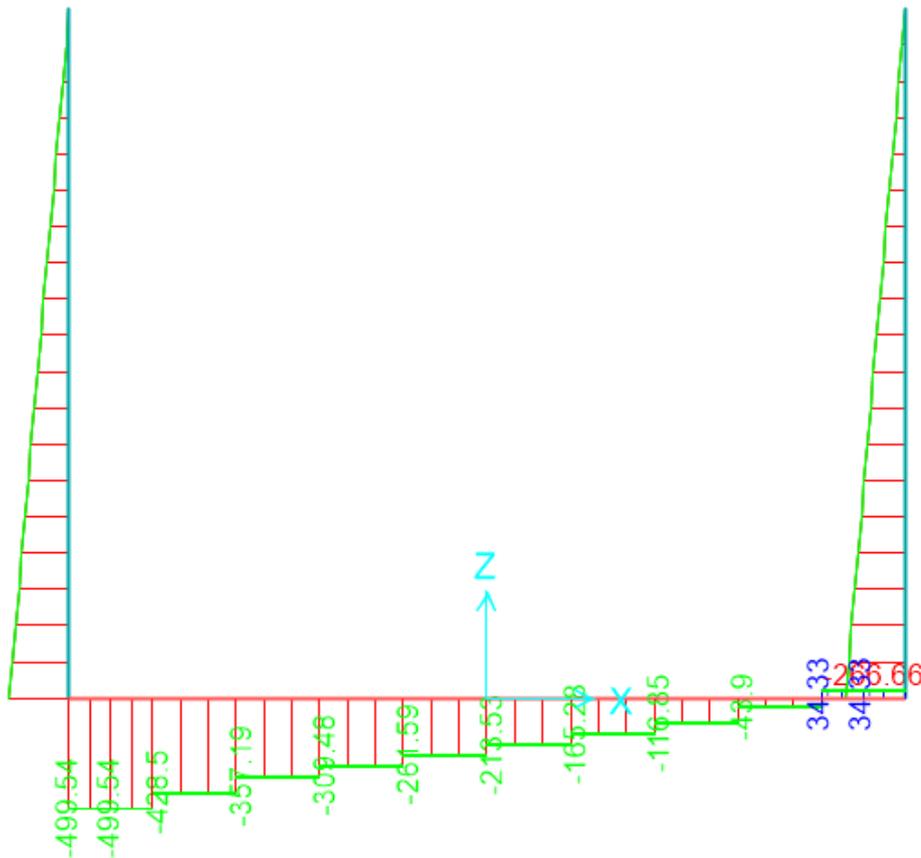


Fig. 31 – Involuppo SLV_Sismic – Sforzo Normale

PIEDRITTI

INPUT

SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

| Combinazione | N _{sd} [kN] | M _{sd} [kNm] | V _{sd} [kN] |
|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| SLE Quasi Permanente | 0,1 | 1767,3 | 541,515 |
| SLE Frequente | 0,1 | 1767,3 | 541,515 |
| SLE Rara | 0,1 | 1767,3 | 541,515 |
| SLU | 0,1 | 2626,5 | 806,4 |
| SLV | 0,1 | 1485,6 | 481,1 |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

| Geometria della sezione | |
|-------------------------------|--|
| Base (ortogonale al Taglio) | B [cm] 100 |
| Altezza (parallela al Taglio) | H [cm] 100 |
| Altezza utile della sezione | d [cm] 92 |
| Area di calcestruzzo | A _c [cm ²] 10000 |

| Armatura longitudinale tesa | | 1° STRATO | 2° STRATO | 3° STRATO |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Numero Barre | n | 10,00 | 10,00 | 0 |
| Diametro | φ [mm] | 32 | 20 | 0 |
| Posizione dal lembo esterno | c [cm] | 6,6 | 11,6 | 0,0 |
| Area strato | A _s [cm ²] | 80,42 | 31,42 | 0,00 |
| Rapporto di armatura | ρ [%] | 1,216% | | |

| Armatura longitudinale compressa | | 1° STRATO | 2° STRATO | 3° STRATO |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Numero Barre | n | 10,0 | 10 | 0 |
| Diametro | φ [mm] | 32 | 20 | 0 |
| Posizione dal lembo esterno | c' [cm] | 6,6 | 11,6 | 0,0 |
| Area strato | A _s ' [cm ²] | 80,42 | 31,42 | 0,00 |
| Rapporto di armatura | ρ' [%] | 1,216% | | |

| Armatura trasversale | | 1° TIPO | 2° TIPO | 3° TIPO |
|-----------------------|--|---------|---------|---------|
| Diametro | φ [mm] | 12 | 0 | 0 |
| Numero bracci | n _{br} | 5 | 0 | 0 |
| Passo | s _w [cm] | 20 | 0 | 0 |
| Inclinazione | α [deg] | 90 | 90 | 90 |
| Area armatura a metro | A _{sw} /s _w [cm ² /m] | 28,27 | 0,00 | 0,00 |

CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

| Concrete | |
|---|-----------------------------|
| Resistenza cubica a compressione | R _{ck} 37 |
| Resistenza cilindrica caratteristica a compressione | f _{ck} [Mpa] 30,00 |
| Resistenza cilindrica media a compressione | f _{cm} [Mpa] 38,00 |
| Resistenza media a trazione per flessione | f _{ctm} [Mpa] 2,90 |
| Resistenza caratteristica a trazione per flessione | f _{ctk} [Mpa] 2,03 |
| Resistenza di progetto a compressione | f _{cd} [Mpa] 17,00 |
| Resistenza di progetto delle bielle compresse | f _{cd} [Mpa] 8,98 |

| Acciaio | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Resistenza di progetto a snervamento | f _{y,d} [Mpa] 391,30 |

OUTPUT

VERIFICHE IN ESERCIZIO

| Verifica Tensionale | | σ limit | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------|--|
| Calcestruzzo SLE Quasi Permanente | α _{ct} [Mpa] = 7,21 | 13,500 | |
| Calcestruzzo SLE Rara | α _{ct} [Mpa] = 7,21 | 16,500 | |
| Acciaio SLE Rara | α _s [Mpa] = 194,42 | 337,500 | |

| Verifica di fessurazione | | w limit | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------|--|
| Combinazione SLE Quasi permanente | w _d [mm] = 0,198 | 0,200 | |
| Combinazione SLE Frequente | w _d [mm] = 0,183 | 0,300 | |

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

| Sollecitazioni di progetto | | | |
|---|----------------------|-------|--|
| Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV) | V _{sd} [kN] | 806,4 | |
| Sforzo Normale concomitante al massimo taglio | N _{sd} [kN] | 0,0 | |

| Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica | | | |
|---|-----------------------------------|---------|--|
| Resistenza di progetto senza armatura specifica | V _{Rd1} [kN] | 1142,13 | |
| Coefficiente di sicurezza | V _{Rd1} /V _{sd} | 1,42 | |

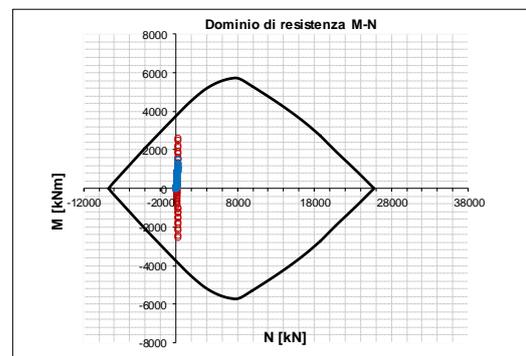
| Verifica di resistenza dell'armatura specifica | | | |
|--|----------------------------------|------|--|
| CoTan(θ) di progetto | cotan(θ) | 2,5 | |
| Resistenza a taglio delle bielle compresse in cs | V _{Rd2} (θ) [kN] | 2563 | |
| Resistenza a taglio dell'armatura | V _{Rd3} (θ) [kN] | 2290 | |
| Resistenza a taglio di progetto | V _{Rd} [kN] | 2290 | |
| Coefficiente di sicurezza | V _{Rd} /V _{sd} | 2,84 | |

VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

| Sollecitazioni di progetto | | SLU | SLV |
|-----------------------------|-----------------------|--------|--------|
| Momento sollecitante | M _{sd} [kNm] | 2626,5 | 1485,6 |
| Sforzo Normale concomitante | N _{sd} [kN] | 0,1 | 0,1 |

| Verifica di resistenza in termini di momento | | SLU | SLV |
|--|----------------------------------|--------|--------|
| Momento resistente | M _{Rd} [kNm] | 3756,7 | 3756,7 |
| Coefficiente di sicurezza | M _{Rd} /M _{sd} | 1,43 | 2,53 |

| Verifica di resistenza in termini di sforzo normale | | SLU | SLV |
|---|----------------------------------|----------|----------|
| Sforzo normale resistente | N _{Rd} [kN] | 2718,0 | 5218,8 |
| Coefficiente di sicurezza | N _{Rd} /N _{sd} | 27180,49 | 52188,17 |



FONDAZIONE
INPUT
SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

| Combinazione | N _{sd} [kN] | M _{sd} [kNm] | V _{sd} [kN] |
|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| SLE Quasi Permanente | -625,7 | 2327,2 | 171,07 |
| SLE Frequente | -625,7 | 2327,2 | 171,07 |
| SLE Rara | -625,7 | 2327,2 | 171,07 |
| SLU | -938,1 | 3469,6 | 233,8 |
| SLV | 34,3 | 1877,6 | 416,1 |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

| Geometria della sezione | |
|-------------------------------|---|
| Base (ortogonale al Taglio) | B [cm] 100 |
| Altezza (parallela al Taglio) | H [cm] 130 |
| Altezza utile della sezione | d [cm] 123 |
| Area di calcestruzzo | A _c [cm ²] 13000 |

| Armatura longitudinale tesa | 1° STRATO | 2° STRATO | 3° STRATO |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| Numero Barre | n 10,00 | 5,00 | 0 |
| Diametro | φ [mm] 32 | 20 | 0 |
| Posizione dal lembo esterno | c [cm] 6,6 | 11,6 | 0,0 |
| Area strato | As [cm ²] 80,42 | 15,71 | 0,00 |
| Rapporto di armatura | ρ [%] | 0,784% | |

| Armatura longitudinale compressa | 1° STRATO | 2° STRATO | 3° STRATO |
|----------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|
| Numero Barre | n 10,0 | 5 | 0 |
| Diametro | φ [mm] 32 | 20 | 0 |
| Posizione dal lembo esterno | c' [cm] 6,6 | 11,6 | 0,0 |
| Area strato | As' [cm ²] 80,42 | 15,71 | 0,00 |
| Rapporto di armatura | ρ' [%] | 0,784% | |

| Armatura trasversale | 1° TIPO | 2° TIPO | 3° TIPO |
|-----------------------|--|---------|---------|
| Diametro | φ [mm] 10 | 0 | 0 |
| Numero bracci | n _{bt} 10 | 0 | 0 |
| Passo | s _w [cm] 10 | 0 | 0 |
| Inclinazione | α [deg] 90 | 90 | 90 |
| Area armatura a metro | A _{sw/s_w} [cm ² /m] 78,54 | 0,00 | 0,00 |

CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

| Concrete | | |
|---|------------------------|--------|
| Resistenza cubica a compressione | RCK | 37 |
| Resistenza cilindrica caratteristica a compressione | f _{ck} [Mpa] | 30,00 |
| Resistenza cilindrica media a compressione | f _{cm} [Mpa] | 38,00 |
| Resistenza media a trazione per flessione | f _{ctm} [Mpa] | 2,90 |
| Resistenza caratteristica a trazione per flessione | f _{ctk} [Mpa] | 2,03 |
| Resistenza di progetto a compressione | f _{cd} [Mpa] | 17,00 |
| Resistenza di progetto delle bielle compresse | f _{cd'} [Mpa] | 8,98 |
| Acciaio | | |
| Resistenza di progetto a snervamento | f _{yd} [Mpa] | 391,30 |

OUTPUT
VERIFICHE IN ESERCIZIO

| Verifica Tensionale | σ limit |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Calcestruzzo SLE Quasi Permanente | α _c [Mpa] = 7,12 13,500 |
| Calcestruzzo SLE Rara | α _c [Mpa] = 7,12 16,500 |
| Acciaio SLE Rara | α _s [Mpa] = 190,15 337,500 |

| Verifica di fessurazione | w limit |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Combinazione SLE Quasi permanente | w _d [mm] = 0,200 0,200 |
| Combinazione SLE Frequente | w _d [mm] = 0,188 0,300 |

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

| Sollecitazioni di progetto | |
|---|----------------------------|
| Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV) | V _{sd} [kN] 416,1 |
| Sforzo Normale concomitante al massimo taglio | N _{sd} [kN] 0,0 |

| Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica | |
|---|--|
| Resistenza di progetto senza armatura specifica | V _{Rd1} [kN] 1521,87 |
| Coefficiente di sicurezza | V _{Rd1} /V _{sd} 3,66 |

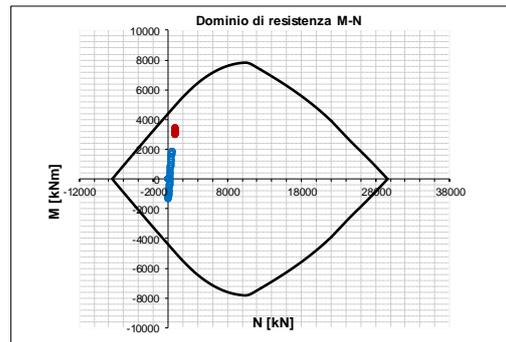
| Verifica di resistenza dell'armatura specifica | |
|---|---|
| CoTan(θ) di progetto | cotan(θ) 1,4 |
| Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls | V _{Rd1} (θ) [kN] 4699 |
| Resistenza a taglio dell'armatura | V _{Rd2} (θ) [kN] 4699 |
| Resistenza a taglio di progetto | V _{sd} [kN] 4699 |
| Coefficiente di sicurezza | V _{Rd1} /V _{sd} 11,29 |

VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

| Sollecitazioni di progetto | | SLU | SLV |
|-----------------------------|-----------------------|--------|--------|
| Momento sollecitante | M _{sd} [kNm] | 3469,6 | 1877,6 |
| Sforzo Normale concomitante | N _{sd} [kN] | -938,1 | 34,3 |

| Verifica di resistenza in termini di momento | | SLU | SLV |
|--|----------------------------------|--------|--------|
| Momento resistente | M _{Rd} [kNm] | 4924,7 | 4375,1 |
| Coefficiente di sicurezza | M _{Rd} /M _{sd} | 1,42 | 2,33 |

| Verifica di resistenza in termini di sforzo normale | | SLU | SLV |
|---|----------------------------------|-----|--------|
| Sforzo normale resistente | N _{Rd} [kN] | - | 4298,2 |
| Coefficiente di sicurezza | N _{Rd} /N _{sd} | - | 125,21 |



| INCIDENZA | |
|-----------------------|-----------------------|
| PIEDRITTI | FONDAZIONE |
| 255 kg/m ³ | 235 kg/m ³ |

Per il calcolo dell'incidenza della struttura si è utilizzato Excel, grazie al quale tali valori possono essere calcolati automaticamente per ogni elemento. Nell'immagine di seguito si possono vedere quali sono le operazioni di calcolo (e le rispettive formule) collegate direttamente ai fogli di INPUT presenti all'interno di ogni relazione nel capitolo dedicato al risultato delle analisi.

| | RIPARTITORI (ACCIAIO) | n | Φ | dist. |
|--|--|--------------|-----------|------------|
| | | 1.00 | 26 | 100 |
| $B \times H \times 1m = V$ | Volume di calcestruzzo (m3): | 0.80 | | |
| $\Sigma((\pi \times \Phi^2 / 4) \times 1m \times \gamma_{acciaio}) = P1$ | Peso delle armature (kg): | 12.50 | | |
| $\Sigma((\pi \times \Phi^2 / 4) \times (H+0.3m) \times \gamma_{acciaio}) = P2$ | Peso delle staffe (kg): | 4.58 | | |
| $(P1 + P2) / V =$ | INCIDENZA (kg/m3): | 21.35 | | |
| | INCIDENZA (%10~%30 fattore di sicurezza approssimativo) | 25.62 | | |

Figura - 1 Calcolo della Incidenza

B = larghezza del calcestruzzo

H = altezza del calcestruzzo

$\gamma_{acciaio}$ = peso unitario dell'acciaio

Una volta calcolati i pesi delle armature e delle staffe, vengono divisi per il volume di calcestruzzo per trovare il peso dell'armatura al metro cubo (il peso dell'acciaio è stato considerato pari a 78.5 kN/m3) al quale viene aggiunto un incremento percentuale come fattore di sicurezza. Tale valore, per l'oggetto della struttura, è stato considerato pari a %5.

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_L/N$)

(per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

$B^* =$ Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

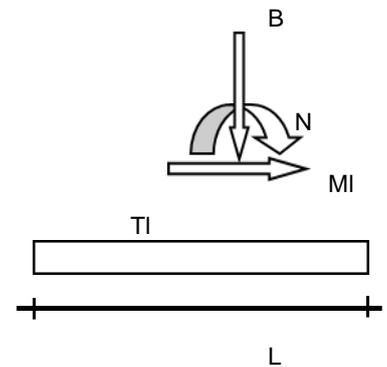
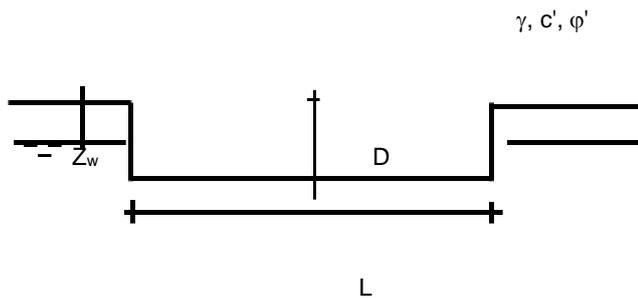
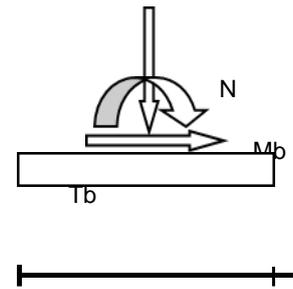
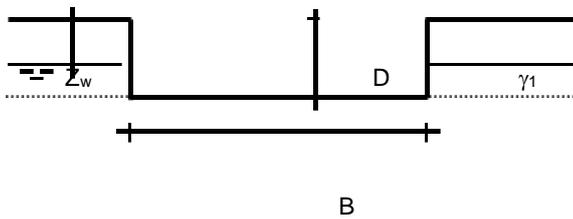
$L^* =$ Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

| Metodo di calcolo | azioni | | proprietà del terreno | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------------------|------|
| | permanenti | temporanee variabili | $\tan \varphi'$ | c' |
| Stato limite ultimo | 1.00 | 1.30 | 1.25 | 1.60 |
| Tensioni ammissibili | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| definiti dall'utente | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

valori suggeriti dall'EC7



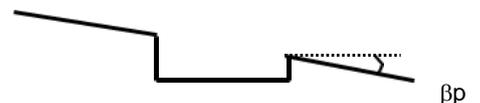
(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

$B = 1.00$ (m)
 $L = 12.20$ (m)
 $D = 1.30$ (m)

15.5



β_f



β_p

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

69 di 72

$$\beta_f = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$\beta_p = 0.00 \quad (^\circ)$$

AZIONI

| | valori di input | | Valori di calcolo |
|----------|-----------------|------------|-------------------|
| | permanenti | temporanee | |
| N [kN] | 1792.00 | 0.00 | 1792.00 |
| Mb [kNm] | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MI [kNm] | 60.00 | 0.00 | 60.00 |
| Tb [kN] | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TI [kN] | 5.00 | 0.00 | 5.00 |
| H [kN] | 5.00 | 0.00 | 5.00 |

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 10.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 23.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 10.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 23.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 12.20 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.03 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 12.13 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 24.70 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 8.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 18.05$$

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

70 di 72

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

$$N_{\gamma} = 8.20$$

 s_c, s_q, s_{γ} : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.04$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.03$$

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

$$s_{\gamma} = 0.97$$

 i_c, i_q, i_{γ} : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) =$$

$$1.92$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) =$$

$$1.08$$

$$m = 1.08 \text{ (-)}$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_{\gamma} = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_{\gamma} = 1.00$$

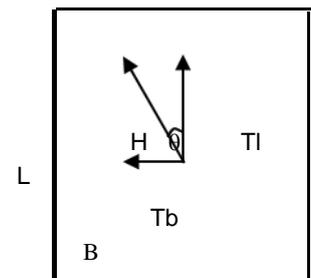
 d_c, d_q, d_{γ} : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B$$

$$\text{per } D/B > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan(D / B)$$

$$d_q = 1.29$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$



PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

71 di 72

$$d_c = 1.33$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 607.57 \quad (\text{kN/m}^2)$$

R3

2.30

qrd

264

(kN/m²)

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLO MURI D'ALA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IP00

00

D26CL

GA 09 00 002

B

72 di 72

$$q = 147.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 4.11 \quad \text{OK}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

$$H_d = 5.00 \quad (\text{kN})$$

$$S_d = N * \tan(\varphi') + c' B * L *$$

$$S_d = 881.99 \quad (\text{kN})$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$F_{scorr} = 176.40 \quad \text{OK}$$

TABLE: Base Reactions

| OutputCase | CaseType | StepType | GlobalFX | GlobalFZ | GlobalMY |
|-------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Text | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| INV_SLU_GEO | Combination | Max | -4.7 | 1792.067 | -59.4 |
| INV_SLU_GEO | Combination | Min | -4.7 | 1680.067 | -59.4 |