

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

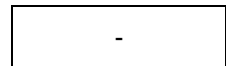
PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

OPERE CIVILI - Opere di sostegno MU61 - Muro di controripa a SX su TR04 - Relazione di calcolo muro esistente ai sensi del DM88

SCALA:



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

IA5F 01 D 78 CL MU6100 001 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|----------------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|---------------------------|
| A | EMISSIONE DEFINITIVA | E. Sellari | Luglio 2019 | C. Toraldo | Luglio 2019 | F.GERNONE | Luglio 2019 | D. TIBERTI Luglio 2019 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: IA5F01D78CLMU610001A

ITAFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Tecnica
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Daniele Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10176



Sommario

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 4 |
| 2.1 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 4 |
| 2.2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3 | DESCRIZIONE DEL TRACCIATO..... | 5 |
| 4 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI..... | 11 |
| 4.1 | ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A. | 11 |
| 4.2 | CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE E ELEVAZIONE MURO IN OPERA..... | 11 |
| 5 | INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO..... | 11 |
| 6 | VERIFICHE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE ALL'EPOCA DELLA PROGETTAZIONE | 12 |
| 6.1 | SPINTA STATICA..... | 12 |
| 6.2 | SPINTA IN PRESENZA DI SISMA | 13 |
| 7 | ANALISI E VERIFICA MURO C2 – (KM 11+905 - KM 11+979)..... | 14 |
| 7.1 | VERIFICHE GEOTECNICHE..... | 17 |
| 7.1.1 | <i>Verifica allo scorrimento.....</i> | <i>19</i> |
| 7.1.2 | <i>Verifica al ribaltamento</i> | <i>19</i> |
| 7.1.3 | <i>verifica al carico limite della fondazione.....</i> | <i>20</i> |
| 7.2 | VERIFICHE STRUTTURALI – TENSIONI AMMISSIBILI | 21 |
| 7.2.1 | <i>Calcolo sollecitazioni soletta di fondazione</i> | <i>21</i> |
| 7.2.2 | <i>Calcolo sollecitazioni paramento verticale.....</i> | <i>22</i> |
| 7.2.3 | <i>Schema delle armature.....</i> | <i>23</i> |
| 7.2.4 | <i>Verifica.....</i> | <i>23</i> |



1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono descritte le verifiche ai fini dell'adeguamento sismico dei muri di sostegno della linea Ferrandina – Matera La Martella e per il collegamento della linea con la linea storica Battipaglia–Potenza-Metaponto e illustra gli interventi necessari ai fini della manutenzione della sede e adeguamento sismico delle opere.

Tutte le geometrie dei muri utilizzate provengono dagli elaborati grafici del progetto esecutivo depositato e sono opere collaudate, di conseguenza sono classificate come **opere esistenti**.

Di conseguenza le suddette verifiche sono state strutturate come dettagliatamente descritto nel seguito.

La **prima fase** consiste nella verifica dei singoli muri di sostegno ai sensi delle normative vigenti all'epoca dalla progettazione/costruzione (Decreto Ministero Lavori Pubblici, 11 Marzo 1988 - Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, Decreto Ministeriale Lavori Pubblici, 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche e Decreto Ministeriale Lavori Pubblici, 16 Gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche) per escludere o rilevare che il Progetto «originario» della struttura non fosse affetto da errori e/o gravi carenze.

La **seconda fase** consiste nell'adeguamento sismico delle opere:

- la verifica sismica ai sensi delle NTC2018 nel caso in cui le verifiche secondo DM88 sono soddisfatte.
- la verifica secondo il capitolo 8 delle NTC2018.

Se le verifiche della seconda fase non dovessero risultare soddisfatte si procede al dimensionamento dell'intervento di adeguamento descritto negli appositi elaborati.

Per maggiori dettagli si rimanda alla “Relazione tecnica descrittiva delle opere civili minori” [IA5F01D78RGOC0000001] e allegati (elaborati grafici del progetto esecutivo dell'epoca).

Argomento di questa relazione è la prima fase.



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOGLIO
4 di 23

2 **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [N.1]. Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale - D.M. 17-01-18 (NTC-2018).
- [N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [N.3]. Decreto Ministero Lavori Pubblici, 11 Marzo 1988 - Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”.
- [N.4]. Legge nr. 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [N.5]. Legge nr. 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [N.6]. Legge nr. 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- [N.7]. DM L.L.P.P. 9/01/1996. Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
- [N.8]. Circolare Ministeriale LL.PP. 15/10/96 n.252. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.
- [N.9]. DM LL.PP.16/01/96 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”
- [N.10]. Circolare Ministeriale LL.PP. 10/04/97 n.65 “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

2.2 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

- [D1]. IA5F00R09RGCS000X001A – Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale (NPP.016) “Relazione interventi su rilevati e trincee”.
- [D2]. IA5F01D78RGOC0000001A “Relazione tecnica descrittiva delle opere civili minori”



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOGLIO
5 di 23

3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Nella presente paragrafo viene descritta la modalità esecutiva per le verifiche dei muri di sostegno che si incontrano lungo la tratta Ferrandina - Matera La Martella.

Il tracciato attraversa i Comuni di Ferrandina, Pomarico, Miglionico e Matera, facenti parte della provincia di Matera, Regione Basilicata.

La tratta Ferrandina - Matera La Martella ha inizio alla pk 230+821 della LS Battipaglia - Potenza–Metaponto (cui è associata la pk 0+00 di progetto) e si sviluppa per 19+543.89 km fino al nuovo impianto di Matera La Martella.

Il tracciato si stacca dalla linea esistente curvando in direzione Matera e si inserisce sul sedime esistente prima dell'imbocco della galleria Miglionico. Pertanto i primi 2.2 km saranno realizzati su nuova sede; fino alla pk 1+057.35 il tracciato si sviluppa in rilevato (RI01), con altezza massima di circa 6-7m in appoggio al viadotto "Nuovo Basento" (VI13), che si estende per circa 1,15 km. Si passa nuovamente in rilevato (RI02) fino ad imboccare la galleria artificiale GA01 alla pk 2+345.60; dalla pk 2+438.45 alla pk 8+709.39 si sviluppa la galleria naturale GN01, per poi ripresentare l'imbocco sottoforma di galleria artificiale fino alla pk 8+904.39. All'uscita della galleria il tracciato è caratterizzato da una successione di sezioni in rilevato e trincea che si interpongono tra gli undici viadotti presenti, fino alla progressiva finale in corrispondenza della stazione "Matera La Martella" (pk 19+543.89).

La successione dei diversi muri (lato sx e lato dx) è elencata nella seguente Tabella 1:

Tabella 1. WBS per i muri di sostegno.

| <u>WBS</u> | <u>Descrizione</u> | <u>pk iniziale</u> | <u>pk finale</u> |
|------------|---------------------------------|--------------------|------------------|
| MU51 | MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR01 | 8+855.26 | 9+077.30 |
| MU52 | MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR01 | 8+856.64 | 9+087.12 |
| MU53 | MURO SI SOSTEGNO A SX SU RI03 | 9+083.17 | 9+624.33 |
| MU54 | MURO SI SOSTEGNO A SX SU RI04 | 9+664.81 | 9+698.84 |
| MU55 | MURO SI SOSTEGNO A DX SU RI04 | 9+664.30 | 9+767.62 |
| MU56 | MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR02 | 9+718.16 | 9+899.96 |
| MU57 | MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR02 | 9+767.62 | 9+900.62 |
| MU58 | MURO DI SOSTEGNO A DX SU RI05 | 10+251.51 | 10+361.00 |
| MU59 | MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR03 | 10+427.66 | 10+536.10 |
| MU60 | MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR03 | 10+418.11 | 10+569.93 |
| MU61 | MURO DI CONTRORIPA A SX TR04 | 11+833.82 | 12+035.91 |
| MU62 | MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR04 | 11+821.39 | 12+068.84 |
| MU63 | MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR05 | 13+296.60 | 13+439.53 |
| MU64 | MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR05 | 13+294.42 | 13+431.55 |
| MU65 | MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR06 | 14+312.95 | 14+904.91 |
| MU66 | MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR06 | 14+301.63 | 14+897.52 |
| MU67 | MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR07 | 17+372.82 | 17+615.82 |

| <i>WBS</i> | <i>Descrizione</i> | <i>pk iniziale</i> | <i>pk finale</i> |
|-------------|---|--------------------|------------------|
| <i>MU68</i> | <i>MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR07</i> | 17+372.82 | 17+577.82 |
| <i>MU69</i> | <i>MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR08</i> | 17+800.85 | 17+973.50 |
| <i>MU70</i> | <i>MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR08</i> | 17+800.09 | 17+972.74 |
| <i>MU71</i> | <i>MURO DI CONTRORIPA A SX SU TR09</i> | 18+426.82 | 18+729.69 |
| <i>MU72</i> | <i>MURO DI CONTRORIPA A DX SU TR09</i> | 18+415.74 | 18+820.23 |
| <i>MU73</i> | <i>MURO DI SOTTOSCARPA A SX SU FV02</i> | 18+841.85 | 18+915.85 |
| <i>MU74</i> | <i>MURO DI SOTTOSCARPA A DX SU FV02</i> | 18+842.69 | 19+365.24 |

In particolare nella seguente Tabella 2 si riportano tutti i muri di sostegno distinti tra muri di sottoscarpa e muri di controripa presenti lungo la linea sia in destra che in sinistra e la relativa WBS muri di appartenenza: i muri di sottoscarpa sono indicati con la lettera S seguiti dall'altezza del paramento, in maniera analoga sono indicati quelli di controripa con la C seguita dall'altezza del paramento. In prossimità del viadotto Rio Conche i muri di sottoscarpa presentano uno spessore della soletta maggiore, per cui sono stati classificati diversamente e indicati con la lettera S, l'altezza del paramento e il simbolo *

Di seguito la legenda:

- C5 muri di controripa aventi altezza del paramento pari a 5 m
- C4 muri di controripa aventi altezza del paramento pari a 4 m
- C3 muri di controripa aventi altezza del paramento pari a 3 m
- C2 muri di controripa aventi altezza del paramento pari a 2 m
- S6 muri di sottoscarpa aventi altezza del paramento pari a 6 m (spessore soletta di 0.9m)
- S4 muri di sottoscarpa aventi altezza del paramento pari a 4 m (spessore soletta di 0.6m)
- S2 muri di sottoscarpa aventi altezza del paramento pari a 2 m (spessore soletta di 0.5m)
- S6* muri di sottoscarpa zona Rio Conche aventi altezza del paramento pari a 6 m (spessore soletta di 1.2 m)
- S4* muri di sottoscarpa zona Rio Conche aventi altezza del paramento pari a 4 m (spessore soletta di 1 m)
- S2* muri di sottoscarpa zona Rio Conche aventi altezza del paramento pari a 2 m (spessore soletta di 0.8m)

Sono inoltre indicati i cordoli con l'etichetta H0.

Tabella 2. Muri di sostegno.

| WBS | muro | da | a | sviluppo | posizione |
|------|------|--------|---------|----------|-----------|
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] |
| MU51 | C5 | 8855.3 | 8965.27 | 109.97 | sx |



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOLGIO
7 di 23

| WBS | muro | da | a | sviluppo | posizione |
|------|------|----------|----------|----------|-----------|
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] |
| MU51 | C4 | 8965.27 | 8985.27 | 20 | SX |
| MU51 | C3 | 8985.27 | 9015.28 | 30.01 | SX |
| MU51 | C2 | 9015.28 | 9045.28 | 30 | SX |
| MU51 | H0 | 9045.28 | 9077.3 | 32.02 | SX |
| MU53 | S2 | 9083.17 | 9097.08 | 13.91 | SX |
| MU53 | S4 | 9097.08 | 9110.98 | 13.9 | SX |
| MU53 | S6 | 9110.98 | 9159.66 | 48.68 | SX |
| MU53 | S4 | 9159.66 | 9308.68 | 149.02 | SX |
| MU53 | S2* | 9308.68 | 9385.17 | 76.49 | SX |
| MU53 | S4* | 9385.17 | 9479.18 | 94.01 | SX |
| MU53 | S6* | 9479.18 | 9551.92 | 72.74 | SX |
| MU53 | S4* | 9551.92 | 9608.55 | 56.63 | SX |
| MU53 | S6* | 9608.55 | 9624.33 | 15.78 | SX |
| MU54 | S4* | 9664.86 | 9681.83 | 16.97 | SX |
| MU54 | S2* | 9681.83 | 9698.84 | 17.01 | SX |
| MU56 | H0 | 9718.16 | 9762.87 | 44.71 | SX |
| MU56 | C2 | 9762.87 | 9767.84 | 4.97 | SX |
| MU56 | C3 | 9767.84 | 9847.31 | 79.47 | SX |
| MU56 | C2 | 9847.31 | 9872.14 | 24.83 | SX |
| MU56 | H0 | 9872.14 | 9899.96 | 27.82 | SX |
| MU59 | H0 | 10427.66 | 10536.1 | 108.44 | SX |
| MU61 | H0 | 11833.82 | 11905.78 | 71.96 | SX |
| MU61 | C2 | 11905.78 | 11979.72 | 73.94 | SX |
| MU61 | H0 | 11979.72 | 12035.91 | 56.19 | SX |
| MU63 | H0 | 13296.6 | 13334.8 | 38.2 | SX |
| MU63 | C2 | 13334.8 | 13404.01 | 69.21 | SX |
| MU63 | H0 | 13404.01 | 13439.53 | 35.52 | SX |
| MU65 | H0 | 14312.95 | 14347.38 | 34.43 | SX |
| MU65 | C2 | 14347.38 | 14372.05 | 24.67 | SX |
| MU65 | C3 | 14372.05 | 14391.78 | 19.73 | SX |
| MU65 | C4 | 14391.78 | 14500.3 | 108.52 | SX |
| MU65 | C3 | 14500.3 | 14658.15 | 157.85 | SX |
| MU65 | C4 | 14658.15 | 14682.82 | 24.67 | SX |
| MU65 | C5 | 14682.82 | 14781.48 | 98.66 | SX |
| MU65 | C4 | 14781.48 | 14825.87 | 44.39 | SX |
| MU65 | C3 | 14825.87 | 14875.2 | 49.33 | SX |
| MU65 | C2 | 14875.2 | 14885.07 | 9.87 | SX |



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOLGIO
8 di 23

| WBS | muro | da | a | sviluppo | posizione |
|------|------|----------|----------|----------|-----------|
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] |
| MU65 | H0 | 14885.07 | 14904.91 | 19.84 | SX |
| MU67 | H0 | 17372.82 | 17417.82 | 45 | SX |
| MU67 | C2 | 17417.82 | 17502.82 | 85 | SX |
| MU67 | C3 | 17502.82 | 17577.82 | 75 | SX |
| MU67 | C2 | 17577.82 | 17597.82 | 20 | SX |
| MU67 | H0 | 17597.82 | 17615.82 | 18 | SX |
| MU69 | H0 | 17800.85 | 17815.65 | 14.8 | SX |
| MU69 | C2 | 17815.65 | 17830.45 | 14.8 | SX |
| MU69 | C3 | 17830.45 | 17845.25 | 14.8 | SX |
| MU69 | C4 | 17845.25 | 17864.98 | 19.73 | SX |
| MU69 | C5 | 17864.98 | 17924.18 | 59.2 | SX |
| MU69 | C4 | 17924.18 | 17938.97 | 14.79 | SX |
| MU69 | C3 | 17938.97 | 17953.77 | 14.8 | SX |
| MU69 | C2 | 17953.77 | 17963.64 | 9.87 | SX |
| MU69 | H0 | 17963.64 | 17973.5 | 9.86 | SX |
| MU71 | H0 | 18426.82 | 18446.55 | 19.73 | SX |
| MU71 | C2 | 18446.55 | 18456.46 | 9.91 | SX |
| MU71 | C3 | 18456.46 | 18471.21 | 14.75 | SX |
| MU71 | C4 | 18471.21 | 18505.74 | 34.53 | SX |
| MU71 | C5 | 18505.74 | 18550.14 | 44.4 | SX |
| MU71 | C4 | 18550.14 | 18574.8 | 24.66 | SX |
| MU71 | C3 | 18574.8 | 18599.46 | 24.66 | SX |
| MU71 | C2 | 18599.46 | 18673.46 | 74 | SX |
| MU71 | H0 | 18673.46 | 18729.69 | 56.23 | SX |
| MU73 | S2 | 18841.85 | 18851.72 | 9.87 | SX |
| MU73 | S4 | 18851.72 | 18915.85 | 64.13 | SX |
| MU52 | C5 | 8855.64 | 9020.56 | 164.92 | dx |
| MU52 | C4 | 9020.56 | 9040.47 | 19.91 | dx |
| MU52 | C3 | 9040.47 | 9055.33 | 14.86 | dx |
| MU52 | C2 | 9055.33 | 9060.29 | 4.96 | dx |
| MU52 | H0 | 9060.29 | 9087.12 | 26.83 | dx |
| MU55 | S6* | 9664.3 | 9690.13 | 25.83 | dx |
| MU55 | S4* | 9690.13 | 9713.98 | 23.85 | dx |
| MU55 | S2* | 9713.98 | 9723.91 | 9.93 | dx |
| MU55 | S4* | 9723.91 | 9733.84 | 9.93 | dx |
| MU55 | S6* | 9733.84 | 9753.71 | 19.87 | dx |
| MU55 | S4* | 9753.71 | 9759.67 | 5.96 | dx |



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOGLIO
9 di 23

| WBS | muro | da | a | sviluppo | posizione |
|------|------|----------|----------|----------|-----------|
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] |
| MU55 | S2* | 9759.67 | 9767.62 | 7.95 | dx |
| MU57 | H0 | 9767.62 | 9900.62 | 133 | dx |
| MU58 | S4 | 10251.51 | 10267.32 | 15.81 | dx |
| MU58 | S6 | 10267.32 | 10326.47 | 59.15 | dx |
| MU58 | S4 | 10326.47 | 10351.12 | 24.65 | dx |
| MU58 | S2 | 10351.12 | 10361 | 9.88 | dx |
| MU60 | H0 | 10418.11 | 10424.03 | 5.92 | dx |
| MU60 | C2 | 10424.03 | 10443.75 | 19.72 | dx |
| MU60 | C4 | 10443.75 | 10507.83 | 64.08 | dx |
| MU60 | C2 | 10507.83 | 10522.61 | 14.78 | dx |
| MU60 | H0 | 10522.61 | 10569.93 | 47.32 | dx |
| MU62 | H0 | 11821.39 | 11839.14 | 17.75 | dx |
| MU62 | C2 | 11839.14 | 11874.63 | 35.49 | dx |
| MU62 | C3 | 11874.63 | 11894.35 | 19.72 | dx |
| MU62 | C4 | 11894.35 | 11992.8 | 98.45 | dx |
| MU62 | C3 | 11992.8 | 12017.58 | 24.78 | dx |
| MU62 | C2 | 12017.58 | 12037.29 | 19.71 | dx |
| MU62 | H0 | 12037.29 | 12068.84 | 31.55 | dx |
| MU64 | H0 | 13294.42 | 13330.93 | 36.51 | dx |
| MU64 | C2 | 13330.93 | 13404.92 | 73.99 | dx |
| MU64 | H0 | 13404.92 | 13431.55 | 26.63 | dx |
| MU66 | H0 | 14301.63 | 14326.3 | 24.67 | dx |
| MU66 | C2 | 14326.3 | 14350.96 | 24.66 | dx |
| MU66 | C3 | 14350.96 | 14375.63 | 24.67 | dx |
| MU66 | C4 | 14375.63 | 14400.29 | 24.66 | dx |
| MU66 | C5 | 14400.29 | 14469.35 | 69.06 | dx |
| MU66 | C4 | 14469.35 | 14498.95 | 29.6 | dx |
| MU66 | C3 | 14498.95 | 14523.61 | 24.66 | dx |
| MU66 | C2 | 14523.61 | 14657.79 | 134.18 | dx |
| MU66 | C3 | 14657.79 | 14692.32 | 34.53 | dx |
| MU66 | C4 | 14692.32 | 14790.97 | 98.65 | dx |
| MU66 | C3 | 14790.97 | 14825.5 | 34.53 | dx |
| MU66 | C2 | 14825.5 | 14850.17 | 24.67 | dx |
| MU66 | H0 | 14850.17 | 14897.52 | 47.35 | dx |
| MU68 | H0 | 17372.82 | 17507.95 | 135.13 | dx |
| MU68 | C2 | 17507.95 | 17557.98 | 50.03 | dx |
| MU68 | H0 | 17557.98 | 17577.82 | 19.84 | dx |



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOGLIO
10 di 23

| WBS | muro | da | a | sviluppo | posizione |
|------|------|----------|----------|----------|-----------|
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] |
| MU70 | H0 | 17800.09 | 17819.83 | 19.74 | dx |
| MU70 | C2 | 17819.83 | 17829.69 | 9.86 | dx |
| MU70 | C3 | 17829.69 | 17839.56 | 9.87 | dx |
| MU70 | C4 | 17839.56 | 17933.28 | 93.72 | dx |
| MU70 | C3 | 17933.28 | 17943.15 | 9.87 | dx |
| MU70 | C2 | 17943.15 | 17953.01 | 9.86 | dx |
| MU70 | H0 | 17953.01 | 17972.74 | 19.73 | dx |
| MU72 | H0 | 18415.74 | 18440.4 | 24.66 | dx |
| MU72 | C2 | 18440.4 | 18450.27 | 9.87 | dx |
| MU72 | C3 | 18450.27 | 18470 | 19.73 | dx |
| MU72 | C4 | 18470 | 18504.53 | 34.53 | dx |
| MU72 | C5 | 18504.53 | 18558.79 | 54.26 | dx |
| MU72 | C4 | 18558.79 | 18603.19 | 44.4 | dx |
| MU72 | C3 | 18603.19 | 18657.45 | 54.26 | dx |
| MU72 | C2 | 18657.45 | 18687.05 | 29.6 | dx |
| MU72 | H0 | 18687.05 | 18820.23 | 133.18 | dx |
| MU74 | S4 | 18842.69 | 18916.68 | 73.99 | dx |
| MU74 | H0 | 19246.85 | 19365.24 | 118.39 | dx |

Nella presente relazione verranno analizzati i muri che interessano la WBS MU61 :

| WBS | muro | da | a | sviluppo | posizione |
|------|------|----------|----------|----------|-----------|
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] |
| MU61 | C2 | 11905.78 | 11979.72 | 73.94 | sx |

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate di seguito.

4.1 ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A.

Barre ad aderenza migliorata in acciaio controllato, saldabile, tipo FeB38k.

4.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE E ELEVAZIONE MURO IN OPERA

Classe di resistenza: Rbk 250

5 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO

Per l'inquadramento geologico si rimanda alla "Relazione geotecnica generale" (IA5F01D78RHGE0005001) e ai relativi profili geotecnici.

| | Terreno spingente | | | Terreno di fondazione | | |
|-----------|-------------------|-----|--------|-----------------------|-----|--------|
| | Riporto | | | U2 | | |
| | γ | c | ϕ | γ | c | ϕ |
| | KN/m ³ | Kpa | (°) | KN/m ³ | Kpa | (°) |
| C2 | 18 | 0 | 30 | 19 | 30 | 22 |

6 VERIFICHE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE ALL'EPOCA DELLA PROGETTAZIONE

Per i muri le verifiche riguardano il ribaltamento, lo scorrimento sul piano di posa, il carico limite, la stabilità globale del complesso muro+terreno, nonché l'aspetto strutturale delle singole parti dell'opera, sia in elevazione che in fondazione.

In definitiva, i risultati delle analisi svolte dimostrano che per gli esistenti muri di sostegno in c.a. sono rispettate le Normative di cui al D.M. 11.03.1988 relative alle opere di sostegno e al D.M. 09.01.1996 per le opere in c.a.

6.1 SPINTA STATICA

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

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

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

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

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

dove β è l'angolo di inclinazione del terrapieno e α l'angolo di inclinazione della parete rispetto alla verticale.

L'angolo θ è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

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

dove k_h e k_v rappresentano i coefficienti di intensità sismica orizzontale e verticale.

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

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

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

Al carico Q corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a $1/2H$. Nel caso di terreno dotato di coesione c l'espressione della pressione esercitata sulla parete, all'generico profondità z , diventa

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

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

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

La grandezza h_c è detta altezza critica. Per i valori di $z < h_c$ si considera nulla l'azione sulla parete.

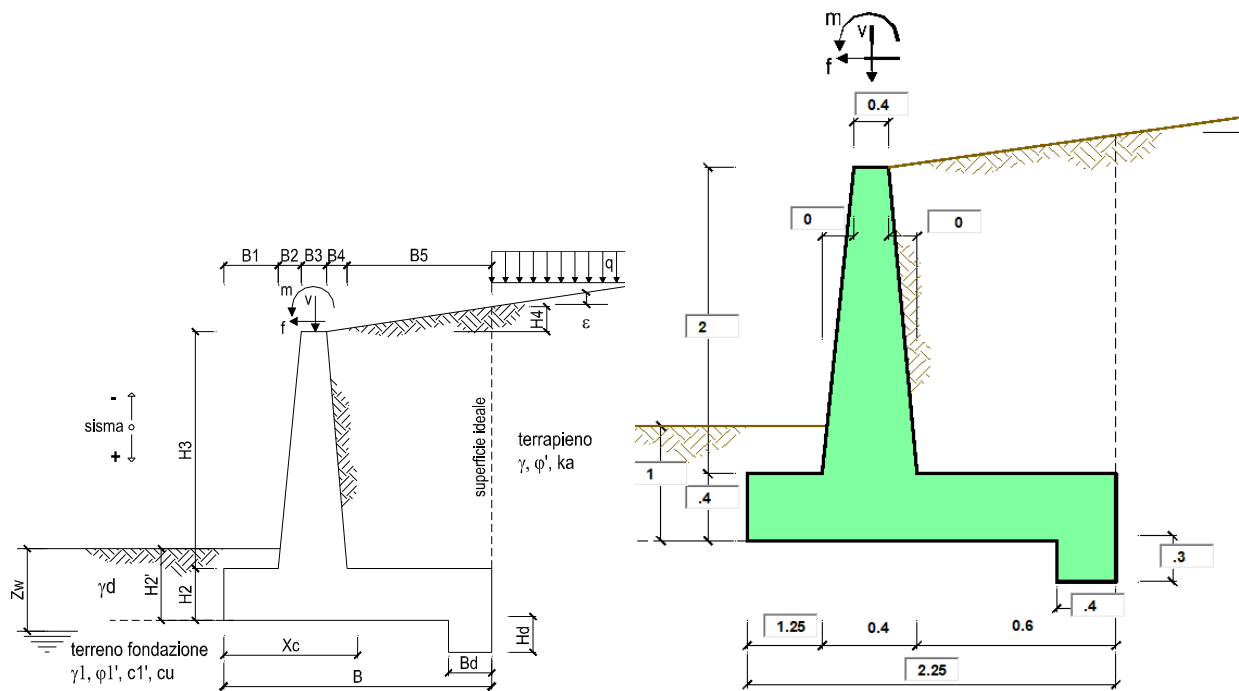
6.2 SPINTA IN PRESENZA DI SISMA

La zona in cui ricadono i muri in oggetto non era classificata secondo la normativa dell'epoca come zona sismica di conseguenza non si eseguiranno verifiche sismiche.

Per tale motivo si condurranno soltanto le verifiche statiche.

7 ANALISI E VERIFICA MURO C2 - (KM 11+905 - KM 11+979)

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema.



Geometria del Muro

| | | | |
|----------------------------|------|------|-----|
| Elevazione | H3 = | 2.00 | (m) |
| Aggetto Valle | B2 = | 0.00 | (m) |
| Spessore del Muro in Testa | B3 = | 0.40 | (m) |
| Aggetto monte | B4 = | 0.00 | (m) |

Geometria della Fondazione

| | | | |
|----------------------|------|------|-----|
| Larghezza Fondazione | B = | 2.25 | (m) |
| Spessore Fondazione | H2 = | 0.40 | (m) |
| Suola Lato Valle | B1 = | 1.25 | (m) |
| Suola Lato Monte | B5 = | 0.60 | (m) |
| Altezza dente | Hd = | 0.30 | (m) |
| Larghezza dente | Bd = | 0.40 | (m) |
| Mezzeria Sezione | Xc = | 1.13 | (m) |

| | | | |
|---------------------------------|------------------|-------|----------------------|
| Peso Specifico del Calcestruzzo | γ_{cls} = | 25.00 | (kN/m ³) |
|---------------------------------|------------------|-------|----------------------|

| | | | | |
|-------------------------|--|----------------------|--|-------|
| Dati Terrapieno | Angolo di attrito del terrapieno | (°) | ϕ' | 30.00 |
| | Peso Unità di Volume del terrapieno | (kN/m ³) | γ' | 18.00 |
| | Angolo di attrito terreno-superficie ideale | (°) | δ | 19.00 |
| Dati Terreno Fondazione | Condizioni | | <input checked="" type="checkbox"/> drenate <input type="checkbox"/> Non Drenate | |
| | Coesione Terreno di Fondazione | (kPa) | $c1'$ | 30.00 |
| | Angolo di attrito del Terreno di Fondazione | (°) | $\phi1'$ | 22.00 |
| | Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione | (kN/m ³) | $\gamma1$ | 19.00 |
| | Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione | (kN/m ³) | γd | 19.00 |
| | Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B) | (m) | Hs | 3.40 |
| | Modulo di deformazione | (kN/m ²) | E | 60000 |

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Coeff. di Spinta Attiva Statico | ka | 0.399 |
| Coeff. Di Spinta Passiva | kp | 2.198 |

| | | | | |
|---------------------|---|--|----|------|
| Carichi permanenti | Sovraccarico permanente | (kN/m ²) | qp | 0.00 |
| | Sovraccarico su zattera di monte | <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no | | |
| | Forza Orizzontale in Testa permanente | (kN/m) | fp | 0.00 |
| | Forza Verticale in Testa permanente | (kN/m) | vp | 0.00 |
| | Momento in Testa permanente | (kNm/m) | mp | 0.00 |
| Condizioni Statiche | Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche | (kN/m ²) | q | 0.00 |
| | Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche | (kN/m) | f | 0.00 |
| | Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche | (kN/m) | v | 0.00 |
| | Momento in Testa accidentale in condizioni statiche | (kNm/m) | m | 0.00 |



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOGLIO
16 di 23

FORZE VERTICALI

| | | SLL |
|--|--|--------------|
| - Peso del Muro (Pm) | | |
| Pm1 = | $(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$ | (kN/m) 0.00 |
| Pm2 = | $(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$ | (kN/m) 20.00 |
| Pm3 = | $(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$ | (kN/m) 0.00 |
| Pm4 = | $(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$ | (kN/m) 22.50 |
| Pm5 = | $(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$ | (kN/m) 3.00 |
| Pm = | $Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$ | (kN/m) 45.50 |
| - Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt) | | |
| Pt1 = | $(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$ | (kN/m) 21.60 |
| Pt2 = | $(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$ | (kN/m) 1.08 |
| Pt3 = | $(B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2$ | (kN/m) 0.00 |
| Sovr = | $qp \cdot (B4 + B5)$ | (kN/m) 0.00 |
| Pt = | $Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$ | (kN/m) 22.68 |
| - Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro | | |
| Sovr acc. Stat | $q \cdot (B4 + B5)$ | (kN/m) 0 |
| Sovr acc. Sism | $qs \cdot (B4 + B5)$ | (kN/m) 0 |

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

| | | SLL |
|---|---|---------------|
| - Muro (Mm) | | |
| Mm1 = | $Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$ | (kNm/m) 0.00 |
| Mm2 = | $Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$ | (kNm/m) 29.00 |
| Mm3 = | $Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$ | (kNm/m) 0.00 |
| Mm4 = | $Pm4 \cdot (B/2)$ | (kNm/m) 25.31 |
| Mm5 = | $Pm5 \cdot (B - Bd/2)$ | (kNm/m) 6.15 |
| Mm = | $Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$ | (kNm/m) 60.46 |
| - Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro | | |
| Mt1 = | $Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$ | (kNm/m) 42.12 |
| Mt2 = | $Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$ | (kNm/m) 2.21 |
| Mt3 = | $Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$ | (kNm/m) 0.00 |
| Msovr = | $Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$ | (kNm/m) 0.00 |
| Mt = | $Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$ | (kNm/m) 44.33 |
| - Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro | | |
| Sovr acc. Stat | $q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$ | (kNm/m) 0 |
| Sovr acc. Sism | $qs \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$ | (kNm/m) 0 |



INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

| | | | |
|--------|-----------------|--------|------|
| Ps h = | $P_m \cdot k_h$ | (kN/m) | 3.91 |
| Ps v = | $P_m \cdot k_v$ | (kN/m) | 1.96 |

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

| | | | |
|--------|-----------------|--------|------|
| Ptsh = | $P_t \cdot k_h$ | (kN/m) | 1.95 |
| Ptsv = | $P_t \cdot k_v$ | (kN/m) | 0.98 |

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

| | | | |
|----------|--|---------|-------|
| MPs1 h = | $k_h \cdot P_{m1} \cdot (H_2 + H_3/3)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MPs2 h = | $k_h \cdot P_{m2} \cdot (H_2 + H_3/2)$ | (kNm/m) | 2.41 |
| MPs3 h = | $k_h \cdot P_{m3} \cdot (H_2 + H_3/3)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MPs4 h = | $k_h \cdot P_{m4} \cdot (H_2/2)$ | (kNm/m) | 0.39 |
| MPs5 h = | $-k_h \cdot P_{m5} \cdot (H_d/2)$ | (kNm/m) | -0.04 |
| MPs h = | $MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$ | (kNm/m) | 2.76 |

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

| | | | |
|----------|--|---------|------|
| MPs1 v = | $k_v \cdot P_{m1} \cdot (B_1 + 2/3 \cdot B_2)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MPs2 v = | $k_v \cdot P_{m2} \cdot (B_1 + B_2 + B_3/2)$ | (kNm/m) | 1.25 |
| MPs3 v = | $k_v \cdot P_{m3} \cdot (B_1 + B_2 + B_3 + B_4/3)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MPs4 v = | $k_v \cdot P_{m4} \cdot (B/2)$ | (kNm/m) | 1.09 |
| MPs5 v = | $k_v \cdot P_{m5} \cdot (B - B_d/2)$ | (kNm/m) | 0.26 |
| MPs v = | $MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$ | (kNm/m) | 2.60 |

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

| | | | |
|-----------|--|---------|------|
| MPts1 h = | $k_h \cdot P_{t1} \cdot (H_2 + H_3/2)$ | (kNm/m) | 2.60 |
| MPts2 h = | $k_h \cdot P_{t2} \cdot (H_2 + H_3 + H_4/3)$ | (kNm/m) | 0.40 |
| MPts3 h = | $k_h \cdot P_{t3} \cdot (H_2 + H_3 \cdot 2/3)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MPts h = | $MPts1 + MPts2 + MPts3$ | (kNm/m) | 3.00 |

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

| | | | |
|-----------|--|---------|------|
| MPts1 v = | $k_v \cdot P_{t1} \cdot ((H_2 + H_3/2) - (B - B_5/2) \cdot 0.5)$ | (kNm/m) | 1.81 |
| MPts2 v = | $k_v \cdot P_{t2} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4/3) - (B - B_5/3) \cdot 0.5)$ | (kNm/m) | 0.10 |
| MPts3 v = | $k_v \cdot P_{t3} \cdot ((H_2 + H_3 \cdot 2/3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2/3 \cdot B_4) \cdot 0.5)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MPts v = | $MPts1 + MPts2 + MPts3$ | (kNm/m) | 1.91 |

7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO



- Spinta totale condizione statica

| | | | | |
|---------|---|---|--------|-------|
| St | = | $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$ | (kN/m) | 30.16 |
| Sq perm | = | $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$ | (kN/m) | 0.00 |
| Sq acc | = | $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$ | (kN/m) | 0.00 |

- Componente orizzontale condizione statica

| | | | | |
|----------|---|-------------------------------------|--------|-------|
| Sth | = | $St \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 28.52 |
| Sqh perm | = | $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 0.00 |
| Sqh acc | = | $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 0.00 |

- Componente verticale condizione statica

| | | | | |
|----------|---|-------------------------------------|--------|------|
| Stv | = | $St \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 9.82 |
| Sqv perm | = | $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 0.00 |
| Sqv acc | = | $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 0.00 |

- Spinta passiva sul dente

| | | | | |
|----|---|--|--------|-------|
| Sp | = | $\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$ | (kN/m) | 33.58 |
|----|---|--|--------|-------|

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

| | | | | |
|-----------|---|--|-----------|-------|
| MSt1 | = | $Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$ | (kNm/m) | 19.01 |
| MSt2 | = | $Stv \cdot B$ | (kNm/m) | 22.10 |
| MSq1 perm | = | $Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MSq1 acc | = | $Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MSq2 perm | = | $Sqv \text{ perm} \cdot B$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MSq2 acc | = | $Sqv \text{ acc} \cdot B$ | (kNm/m) | 0.00 |
| MSp | = | $\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ | (kNm/m) | 5.13 |

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

| | | | | |
|--------|---|-----------------------------------|-----------|------|
| Mfext1 | = | $mp + m$ | (kNm/m) | 0.00 |
| Mfext2 | = | $(fp + f) \cdot (H3 + H2)$ | (kNm/m) | 0.00 |
| Mfext3 | = | $(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ | (kNm/m) | 0.00 |



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

RELAZIONE DI CALCOLO MURO
ESISTENTE AI SENSI DEL D.M. '88

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01

CODIFICA
D 78

DOCUMENTO
CL MU6100 001

REV.
A

FOGLIO
19 di 23

7.1.1 Verifica allo scorrimento

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv \text{ perm}} + S_{qv \text{ acc}} \quad 78.00 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f \quad 28.52 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' \quad 0.40 \quad (-)$$

$$F_s \text{ scorr.} \quad (N \cdot f + S_p) / T \quad 2.28 \quad > \quad 1.3$$

7.1.2 Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} \quad 104.80 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} \quad 2.05 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_s \text{ ribaltamento} \quad M_s / M_r \quad > \quad 1.5$$

7.1.3 verifica al carico limite della fondazione

| | | | | |
|---|--|--------|--------|---------|
| Risultante forze verticali (N) | | Nmin | Nmax | |
| $N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ \text{Sovr acc})$ | | 78.00 | 78.00 | (kN/m) |
| Risultante forze orizzontali (T) | | | | |
| $T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$ | | -5.06 | -5.06 | (kN/m) |
| Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM) | | | | |
| $MM = \sum M$ | | 102.75 | 102.75 | (kNm/m) |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione (M) | | | | |
| $M = X_c \cdot N - MM$ | | -15.00 | -15.00 | (kNm/m) |

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------|-------|----------------------|
| $c'1'$ | coesione terreno di fondaz. | 30.00 | | (kPa) |
| $\varphi 1'$ | angolo di attrito terreno di fondaz. | 22.00 | | (°) |
| γ_1 | peso unità di volume terreno fondaz. | 19.00 | | (kN/m ³) |
| $q_0 = \gamma d \cdot H_2'$ | sovraccarico stabilizzante | 19.00 | | (kN/m ²) |
| $e = M / N$ | eccentricità | -0.19 | -0.19 | (m) |
| $B^* = B - 2e$ | larghezza equivalente | 1.87 | 1.87 | (m) |

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

| | | | | |
|--|--------------------------|-------|--|-----|
| $N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi))}$ | (1 in cond. nd) | 7.82 | | (-) |
| $N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi)$ | ($2 + \pi$ in cond. nd) | 16.88 | | (-) |
| $N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi)$ | (0 in cond. nd) | 7.13 | | (-) |

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

| | | | | |
|--|-----------------|------|------|-----|
| $i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cotg(\varphi)))^m$ | (1 in cond. nd) | 1.05 | 1.05 | (-) |
| $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$ | | 1.05 | 1.05 | (-) |
| $i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cotg(\varphi)))^{m+1}$ | | 1.07 | 1.07 | (-) |

(fondazione nastriforme $m = 2$)

| | | | | |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|
| q_{lim} | (carico limite unitario) | 824.92 | 824.92 | (kN/m ²) |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|

| | | | | | |
|-------------------------|---|------|--------------|---|----------|
| FS carico limite | $F = q_{lim} \cdot B^* / N$ | Nmin | 19.73 | > | 2 |
| | | Nmax | 19.73 | > | |

7.2 VERIFICHE STRUTTURALI – TENSIONI AMMISSIBILI

7.2.1 Calcolo sollecitazioni soletta di fondazione

Reazione del terreno

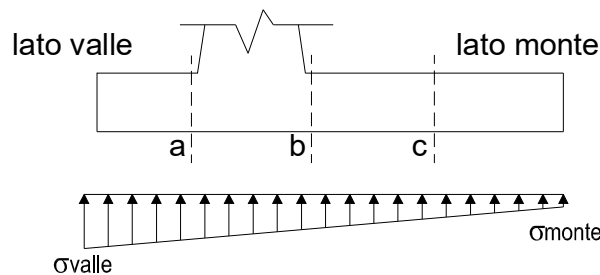
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.25 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.84 \text{ (m}^3\text{)}$$

| caso | N [kN] | M [kNm] | σ_{valle} [kN/m ²] | σ_{monte} [kN/m ²] |
|---------|-----------|------------|--|--|
| statico | 78.00 | -15.00 | 16.89 | 52.44 |
| | 78.00 | -15.00 | 16.89 | 52.44 |
| sisma+ | 84.29 | -7.91 | 28.09 | 46.83 |
| | 84.29 | -7.91 | 28.09 | 46.83 |
| sisma- | 77.64 | -11.07 | 21.39 | 47.63 |
| | 77.64 | -11.07 | 21.39 | 47.63 |



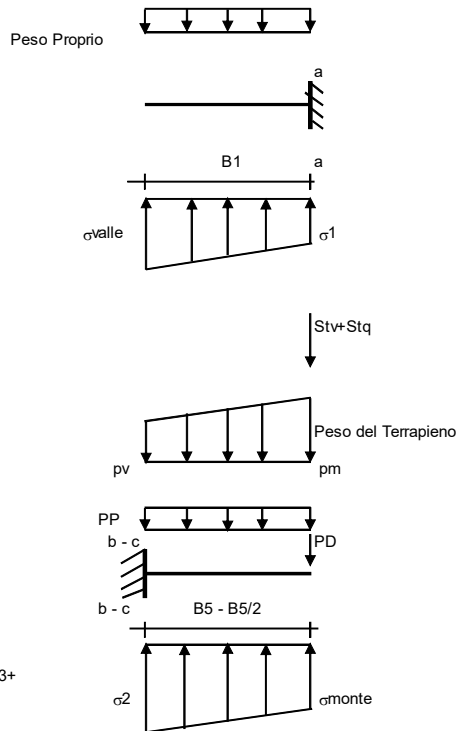
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

| caso | σ_{valle} [kN/m ²] | σ_1 [kN/m ²] | M_a [kNm] | V_a [kN] |
|---------|--|------------------------------------|----------------|---------------|
| statico | 16.89 | 36.64 | 10.53 | 20.96 |
| | 16.89 | 36.64 | 10.53 | 20.96 |
| sisma+ | 28.09 | 38.50 | 16.51 | 29.88 |
| | 28.09 | 38.50 | 16.84 | 29.88 |
| sisma- | 21.39 | 35.97 | 13.03 | 24.63 |
| | 21.39 | 35.97 | 12.69 | 24.63 |



Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 3.00 (kN/m) peso proprio dente

| | Nmin | N max stat | N max sism |
|-----|---------|------------|----------------------------|
| pm | = 39.60 | 39.60 | 39.60 (kN/m ²) |
| pvb | = 36.00 | 36.00 | 36.00 (kN/m ²) |
| pvc | = 37.80 | 37.80 | 37.80 (kN/m ²) |

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B_5 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B_5 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

| caso | σ_{monte} [kN/m ²] | σ_{2b} [kN/m ²] | M_b [kNm] | V_b [kN] | σ_{2c} [kN/m ²] | M_c [kNm] | V_c [kN] |
|---------|--|---------------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------------|----------------|---------------|
| statico | 52.44 | 42.96 | 4.91 | -12.88 | 47.70 | 8.68 | -12.41 |
| | 52.44 | 42.96 | 4.91 | -12.88 | 47.70 | 8.68 | -12.41 |
| sisma+ | 46.83 | 41.84 | 1.34 | -19.62 | 44.33 | 6.96 | -17.87 |
| | 46.83 | 41.84 | 1.34 | -19.62 | 44.33 | 6.96 | -17.87 |
| sisma- | 47.63 | 40.63 | -2.40 | -14.51 | 44.13 | 2.35 | -15.49 |
| | 47.63 | 40.63 | -2.40 | -14.51 | 44.13 | 2.35 | -15.49 |

7.2.2 Calcolo sollecitazioni paramento verticale

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \quad h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

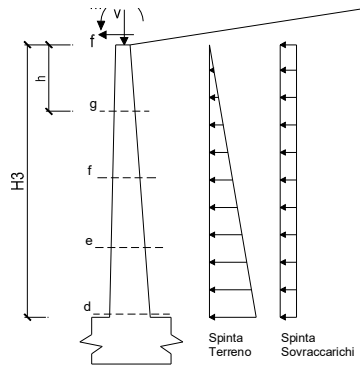
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

| sezione | h | Mt | Mq | M _{ext} | M _{tot} | N _{ext} | N _{pp} | N _{tot} |
|---------|------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | [m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d | 2.00 | 9.04 | 0.00 | 0.00 | 9.04 | 0.00 | 20.00 | 20.00 |
| e-e | 1.50 | 3.82 | 0.00 | 0.00 | 3.82 | 0.00 | 15.00 | 15.00 |
| f-f | 1.00 | 1.13 | 0.00 | 0.00 | 1.13 | 0.00 | 10.00 | 10.00 |
| g-g | 0.50 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 5.00 | 5.00 |

| sezione | h | Vt | Vq | V _{ext} | V _{tot} |
|---------|------|--------|--------|------------------|------------------|
| | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d | 2.00 | 13.57 | 0.00 | 0.00 | 13.57 |
| e-e | 1.50 | 7.63 | 0.00 | 0.00 | 7.63 |
| f-f | 1.00 | 3.39 | 0.00 | 0.00 | 3.39 |
| g-g | 0.50 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 0.85 |

condizione sismica +

| sezione | h | M _{t stat} | M _{t sism} | Mq | M _{ext} | M _{inerzia} | M _{tot} | N _{ext} | N _{pp+inerzia} | N _{tot} |
|---------|------|---------------------|---------------------|---------|------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | [m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d | 2.00 | 9.04 | 3.27 | 0.00 | 0.00 | 1.72 | 14.03 | 0.00 | 20.86 | 20.86 |
| e-e | 1.50 | 3.82 | 1.38 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 6.16 | 0.00 | 15.65 | 15.65 |
| f-f | 1.00 | 1.13 | 0.41 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 1.97 | 0.00 | 10.43 | 10.43 |
| g-g | 0.50 | 0.14 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 5.22 | 5.22 |

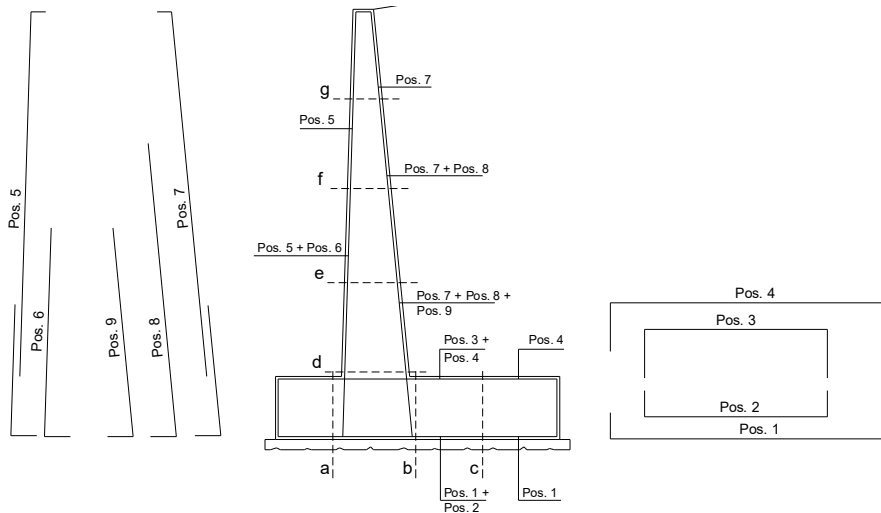
| sezione | h | V _{t stat} | V _{t sism} | Vq | V _{ext} | V _{inerzia} | V _{tot} |
|---------|------|---------------------|---------------------|--------|------------------|----------------------|------------------|
| | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d | 2.00 | 13.57 | 4.90 | 0.00 | 0.00 | 1.72 | 20.19 |
| e-e | 1.50 | 7.63 | 2.76 | 0.00 | 0.00 | 1.29 | 11.68 |
| f-f | 1.00 | 3.39 | 1.23 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 5.48 |
| g-g | 0.50 | 0.85 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 1.58 |

condizione sismica -

| sezione | h | M _{t stat} | M _{t sism} | Mq | M _{ext} | M _{inerzia} | M _{tot} | N _{ext} | N _{pp+inerzia} | N _{tot} |
|---------|------|---------------------|---------------------|---------|------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | [m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d | 2.00 | 9.04 | 2.51 | 0.00 | 0.00 | 1.72 | 13.27 | 0.00 | 19.14 | 19.14 |
| e-e | 1.50 | 3.82 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 5.84 | 0.00 | 14.35 | 14.35 |
| f-f | 1.00 | 1.13 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 1.87 | 0.00 | 9.57 | 9.57 |
| g-g | 0.50 | 0.14 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.29 | 0.00 | 4.78 | 4.78 |

| sezione | h | V _{t stat} | V _{t sism} | Vq | V _{ext} | V _{inerzia} | V _{tot} |
|---------|------|---------------------|---------------------|--------|------------------|----------------------|------------------|
| | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d | 2.00 | 13.57 | 3.77 | 0.00 | 0.00 | 1.72 | 19.05 |
| e-e | 1.50 | 7.63 | 2.12 | 0.00 | 0.00 | 1.29 | 11.04 |
| f-f | 1.00 | 3.39 | 0.94 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 5.19 |
| g-g | 0.50 | 0.85 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 1.51 |

7.2.3 Schema delle armature



ARMATURE

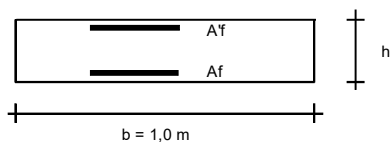
| pos | n°/ml | φ | II strato | pos | n°/ml | φ | II strato |
|-----|-------|----|-----------|-----|-------|----|-----------|
| 1 | 4.0 | 14 | | 5 | 4.0 | 10 | |
| 2 | 0.0 | 0 | ┌┐ | 6 | 0.0 | 0 | ┌┐ |
| 3 | 0.0 | 0 | ┌┐ | 7 | 4.0 | 14 | ┌┐ |
| 4 | 4.0 | 14 | | 8 | 0.0 | 0 | ┌┐ |
| | | | | 9 | 0.0 | 0 | ┌┐ |

Calcola

7.2.4 Verifica

σ_c **8.5** Mpa
 σ_f **215** Mpa

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

| Sez. | M | N | h | Af | Af' | Mu |
|-------|-------|-------|------|--------------------|--------------------|-------|
| (-) | (kNm) | (kN) | (m) | (cm ²) | (cm ²) | (kNm) |
| a - a | 16.84 | 0.00 | 0.40 | 6.16 | 6.16 | 88.37 |
| b - b | 4.91 | 0.00 | 0.40 | 6.16 | 6.16 | 88.37 |
| c - c | 8.68 | 0.00 | 0.40 | 6.16 | 6.16 | 88.37 |
| d - d | 14.03 | 20.86 | 0.40 | 6.16 | 3.14 | 88.89 |
| e - e | 6.16 | 15.65 | 0.40 | 6.16 | 3.14 | 87.98 |
| f - f | 1.97 | 10.43 | 0.40 | 6.16 | 3.14 | 87.07 |
| g - g | 0.30 | 5.22 | 0.40 | 6.16 | 3.14 | 86.15 |

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICATO