

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

IN – SISTEMAZIONI IDRAULICHE
IN04 – Relazione di calcolo canale

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data Gen 2023

firma

Data Gen 2023

firma



| | | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|-------|-----|-------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA / DISCIPLINA | PROGR | REV | SCALA |
| L I O B | 0 2 | E | Z Z | C L | I N 0 4 0 0 | 0 0 1 | B | --- |

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato/Data |
|------|-------------------|------------|----------|------------|----------|-----------|----------|------------------|
| A | Prima emissione | C.Cofone | Gen 2023 | O.Caruso | Gen 2023 | V.Secreti | Gen 2023 | |
| B | Seconda emissione | F.Pagliuso | Giu 2023 | O.Caruso | Giu 2023 | V.Secreti | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



IN04 - Relazione di calcolo canale

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 2 |

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | PREMESSA | 4 |
| 1.1 | BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA..... | 4 |
| 1.2 | TIPO DI ANALISI SVOLTA..... | 5 |
| 1.3 | NORMATIVE DI RIFERIMENTO..... | 5 |
| 2. | MATERIALI | 6 |
| 3. | CENNI TEORICI – SOFTWARE DI CALCOLO SCAT V.14..... | 7 |
| 3.1 | SPINTA SUI PIEDRITTI..... | 7 |
| 3.2 | VERIFICA AL CARICO LIMITE..... | 7 |
| 3.3 | STRATEGIA DI SOLUZIONE | 9 |
| 4. | CRITERI DI VERIFICA | 9 |
| 4.1 | VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU) | 10 |
| 4.2 | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)..... | 14 |
| 5. | CARATTERIZZAZIONE SISMICA..... | 16 |
| 6. | DIMENSIONAMENTO CANALE IN C.A. | 18 |
| 6.1 | GEOMETRIA..... | 18 |
| 6.2 | STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO | 18 |
| 6.3 | CONDIZIONI DI CARICO | 20 |
| 6.4 | COMBINAZIONI DI CARICO | 21 |
| 6.5 | IMPOSTAZIONI DI PROGETTO..... | 34 |
| 6.6 | ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE | 36 |
| 6.7 | SISMA | 37 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 3 |

| | | |
|------|---|----|
| 6.8 | RISULTATI DI CALCOLO – INVILUPPO SOLLECITAZIONI | 38 |
| 6.9 | VERIFICHE STRUTTURALI | 41 |
| 6.10 | VERIFICHE GEOTECNICHE | 48 |
| 6.11 | INCIDENZA ARMATURE | 48 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 4 |

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica contiene il dimensionamento del canale di bonifica n°2 ubicato al km 2+787,11 in c.a denominato IN04, previsto nell’ambito dell’appalto relativo ai “Lavori di RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA, rientrante nella categoria di opere d’arte minori.

1.1 BREVE DESCRIZIONE DELL’OPERA

L’opera d’arte minore che sarà realizzata è rappresentata dal nuovo canale che attraverserà la nuova sede ferroviaria.

Il canale presenta una forma rettangolare aperta di dimensioni interne 9.00m x 4.40m, spessore dei setti di 60cm e delle fondazioni pari a 80 cm e dovrà sostituire il canale che allo stato attuale è situato sul lato sinistra della strada in direzione Nord-Est.

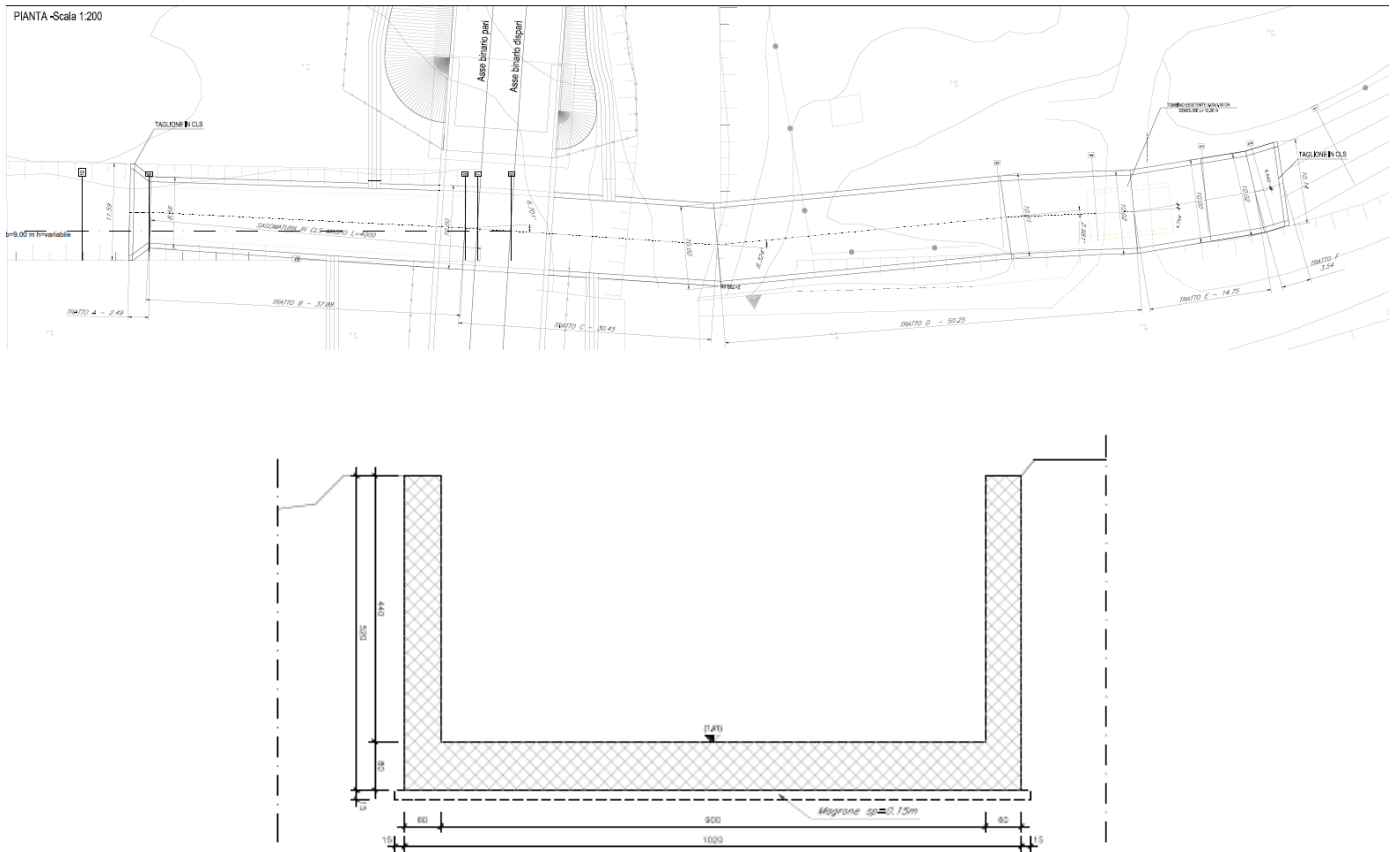



Figura 1-1 Planimetria e Sezione tipologica del canale

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|----------|
|   | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| LI0B | | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 5 |

1.2 TIPO DI ANALISI SVOLTA

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio del codice di calcolo automatico SCAT 14, sviluppato dalla Aztec Informatica srl, in condizioni di spinta a riposo.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave mutuamente incastrati facendo riferimento ad una larghezza unitaria di struttura che viene pertanto risolta come struttura piana.

Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del Circolare n.7 del 21/01/2019 Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).



La verifica delle sezioni degli elementi strutturali confacenti il canale è eseguita con il metodo degli Stati Limite mediante il software di calcolo dedicato SAX v.10 di Aztec informatica srl.

Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi per la redazione della presente relazione di calcolo sono i seguenti:

- [N.1]. D.M. 05/11/01 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- [N.2]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 147/01/2008 (NTC-2008);
- [N.3]. ORD. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003 e s.m.i.: “Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- [N.4]. D.M. 11.03.1988: “Indagini sui terreni e sulle rocce”;
- [N.5]. L.R. 11/7/94 n° 17: “Snellimento delle procedure precisate dalla L. 64/74 per costruzioni in zone sismiche”;
- [N.6]. D.lgs 50/2016 e successive modificazioni e integrazioni: Nuova normativa sui LL.PP;

| | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
|   | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | Relazione di calcolo scatolare IN04 | | | | | | | | | |
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 6 |

[N.7]. Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008 “Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8;

[N.8]. Istruzioni delle Ferrovie dello Stato FS 44a_cavalcavia su sede ferroviaria;

[N.9]. L.R. 04/1998, n°7: Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell’art. 20 della Legge 10 Dicembre 1981, n°741;

[N.10]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili del 22/12/2017.

2. MATERIALI

Per la realizzazione del canale è stato scelto un calcestruzzo C32/40 aventi le seguenti caratteristiche:

| | |
|--|---|
| Resistenza a compressione (cilindrica) | $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$ |
| Resistenza di calcolo a compressione | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2$ |
| Resistenza a trazione media | $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 \text{ N/mm}^2$ |
| Resistenza a trazione caratteristica | $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$ |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ N/mm}^2$ |
| Modulo elastico | $E_{cm} = 22000 [(f_{ck}+8)/10]^{0.3} = 33642.78 \text{ N/mm}^2$ |
| Classe di esposizione | XA1+XS1 |
| Classe minima di consistenza | S4 |
| Copriferro | 5 cm |
| Rapporto acqua-cemento (a/c) | 0.50 |
| Diametro massimo inerti | 25 mm |

Per le armature metalliche si adottano barre in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

- Limite di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Limite di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio: $\gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|------------|----------|----------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HYpro <small>S.P.A.</small> | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 7 |

3. CENNI TEORICI – SOFTWARE DI CALCOLO SCAT V.14

3.1 SPINTA SUI PIEDRITTI

3.1.1 SPINTA A RIPOSO

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin f$$

dove f rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono

$$s = g z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 g H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

3.1.2 SPINTA IN PRESENZA DI SISMA - FORMULA DI WOOD

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$DP_d = a g H^2$$

$$a = a_g / g * S_s * b_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

3.2 VERIFICA AL CARICO LIMITE

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

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|----------|
|   | <p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> | | | | | | | | | | |
| | <p>Relazione di calcolo scatolare IN04</p> | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| LI0B | | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 8 |

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

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

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

La simbologia adottata è la seguente:

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

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

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

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

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

I fattori di forma s_c e s_g che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

Il termine K_{pg} che compare nell'espressione di N_g non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_g l'espressione proposta da Meyerof

$$N_g = (N_q - 1) \tan(1.4 \cdot f)$$

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
|   | <p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> | | | | | | | | | | |
| | <p>Relazione di calcolo scatolare IN04</p> | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| LI0B | | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 9 |

3.3 STRATEGIA DI SOLUZIONE

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di rinfianco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u



$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

4. CRITERI DI VERIFICA

Il dimensionamento delle opere è stato condotto in ottemperanza alle prescrizioni normative di riferimento secondo i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali. Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (a_d), con il corrispondente valore di progetto della domanda

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
|   | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| LI0B | | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 10 |

Ed, funzione dei valori di progetto delle azioni (Fd) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione:

$$R_d \geq E_d$$

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_b | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_p | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

4.1 VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)

Pressoflessione

Per la valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali si adottano le seguenti ipotesi:

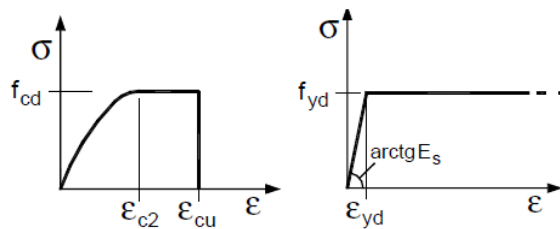
- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 11 |

- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Si assumeranno come diagrammi tensione-deformazione i diagrammi parabola-rettangolo e elastico perfettamente plastico per calcestruzzo e acciaio, rispettivamente.



Per la classe di calcestruzzo adoperata i valori di deformazione ϵ_{c2} e ϵ_{cu} valgono rispettivamente 0.2% e 0.35%. La deformazione ultima ϵ_{yd} dell'acciaio è pari all'1%.

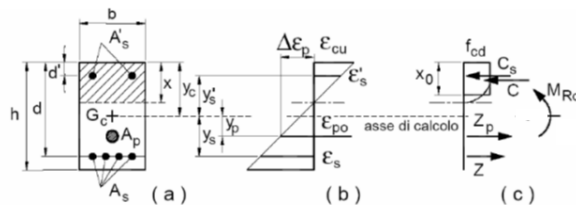
Con riferimento alla sezione pressoinflessa in figura, la verifica di resistenza si conduce controllando che:

$$M_{Rd} (N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

Dove:

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Se, sulla base del calcolo, non è richiesta armatura al taglio, è comunque necessario disporre un'armatura minima secondo quanto previsto al punto 4.1.6.1.1 delle NTC'08. È consentito omettere tale armatura minima in elementi quali solai, piastre e membrature a comportamento analogo, purché sia garantita una ripartizione trasversale dei carichi.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|------------|----------|-------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small> | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 12 |

$$VRd > VEd$$

dove VEd è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con la seguente relazione:

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{1}{\gamma_c} 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

fck: resistenza caratteristica allo snervamento dell'acciaio, espressa in MPa;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$$

e dove:

- d: altezza utile della sezione, espressa in mm;
- ρ_l : rapporto geometrico di armatura longitudinale espresso mediante la seguente relazione:

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} < 0.02$$

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione espressa mediante la seguente relazione:

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 f_{cd}$$

b_w : larghezza minima della sezione;

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza di progetto a taglio VRd di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------|-----------|---------------------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small> | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA LI0B | LOTTO 02 | FASE E | ENTE ZZ | TIPO DOC CL | OPERA 7 DISCIPLINA IN | 04 | 00 | PROGR 001 |

traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione Θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 < \cotg \Theta < 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$VRd > VEd$$

dove VEd è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente. Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con:



$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$$

La resistenza di progetto a taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$VRd = \min (VRsd; VRcd)$$

dove:

- d: altezza utile della sezione;
- b_w : larghezza minima della sezione;
- σ_{cp} : tensione media di compressione della sezione;
- A_{sw} : area dell'armatura trasversale;
- s: interasse tra due armature trasversali consecutive;
- α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- u_{fcd} : resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($u = 0.5$);
- α : coefficiente maggiorativo pari a:

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
|   | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| LI0B | | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 14 |

- 1 per membrature non compresse
- $1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
- 1,25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
- $2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

4.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari.

Per le verifiche in condizioni sismiche si fa riferimento allo Stato Limite di Danno (SLD).

Verifica delle tensioni di esercizio

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

In accordo al Manuale di Progettazione RFI, la massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{c,max} < 0.55 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (Rara);
- $\sigma_{c,max} < 0.40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente;

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

In accordo al Manuale di Progettazione RFI, la tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{s,max} < 0.75 f_{yk}$

Stato limite di fessurazione

La classe di esposizione di progetto è la XA1+XS1.

Tale classe di esposizione rientra nelle condizioni ambientali aggressive, come desumibile dalla tabella sottostante:

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Condizioni ambientali | Classe di esposizione |
|-----------------------|-----------------------|

Relazione di calcolo scatolare IN04



| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 15 |

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

Nel caso in esame, l'apertura convenzionale delle fessure in condizioni aggressive dovrà risultare:

$$\delta_f \leq w_1 = 0,2 \text{ mm (combinazione di carico caratteristica)}$$

Alla luce delle condizioni ambientali di progetto e della classe di calcestruzzo impiegata è stato assunto un copriferro di 5cm.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
|   | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | Relazione di calcolo scatolare IN04 | | | | | | | | | |
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 16 |

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le coordinate relative allo scatolare in progetto sono le seguenti:

Latitudine: 41.664799

Longitudine: 14.664799

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono:

- Vita nominale: VN = 75 anni
- Classe d'uso: III (Cu=1.5)
- Periodo di riferimento: VR = 75 x 1.5 = 113 anni
- Categoria stratigrafica: B
- Categoria topografica del sito: T1

L'analisi in condizioni sismiche è eseguita con il metodo pseudo-statico. In particolare, l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente, in accordo con quanto indicato nel capitolo 7 delle NTC 08. Tale accelerazione è proporzionale alla massa mediante due coefficienti, orizzontale e verticali, di seguito definiti:

$$k_h = S_s \cdot S_t \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2}$$

I risultati ottenuti, sia allo SLU (SLV) e sia allo SLE (SLD), sono riportati nella figura sottostante (output da software di calcolo):

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 17 |

Opzioni sisma

D.M. 1996
Coefficiente di intensità sismica %

N.T.C. 2008

| | SLU | SLE |
|---|---------------------|--------------|
| Accelerazione al suolo a_g [m/s ²] | 3.124 | 1.192 |
| Accelerazione al suolo a_g [% di g] | 0.318 | 0.121 |
| Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0 | 2.417 | 2.416 |
| Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^* | 0.385 | 0.331 |
| Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s | Tipo B 1.092 | 1.200 |
| Coefficiente di riduzione (β_m) | C 1.000 | 1.000 |
| Coef. amplificazione topografica S_T | T1 1.000 | |

$K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m$

Coeff. di intensità sismica orizzontale K_h [%] **34.781** **14.576**

Intensità sismica Verticale/Orizzontale

Forma diagramma incremento sismico
 Triangolare Rettangolare

Calcolo incremento sismico
 Mononobe-Okabe Wood

<< Importa parametri sismici >> Dettagli >>

Accetta Annulla Help

Calcolo Parametri Sismici

Parametri sismici

| | T_R [anni] | a_g [m/s ²] | F_0 [---] | T_C^* [s] |
|-----|-----------------|------------------------------|----------------|----------------|
| SLO | 68 | 0.921 | 2.383 | 0.321 |
| SLD | 114 | 1.192 | 2.416 | 0.331 |
| SLV | 1073 | 3.124 | 2.417 | 0.385 |
| SLC | 2203 | 4.080 | 2.387 | 0.425 |

ID Punto 1 = 29877
 ID Punto 2 = 29876
 ID Punto 3 = 30098
 ID Punto 4 = 30099
Dati sismici rilevati correttamente.

<< Indietro Avanti >>

Stato Limite Ultimo
 SLV Nessun valore
 SLC

Stato Limite Esercizio
 SLO Nessun valore
 SLD

Esporta dati >> Chiudi

| | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA LI0B | LOTTO 02 | FASE E | ENTE ZZ | TIPO DOC CL | OPERA 7 DISCIPLINA IN 04 00 | | | PROGR 001 |

6. DIMENSIONAMENTO CANALE IN C.A.

6.1 GEOMETRIA

Descrizione: Scatolare tipo vasca

| | | |
|-----------------------------|-------|-----|
| Altezza esterna | 5.20 | [m] |
| Larghezza esterna | 10.20 | [m] |
| Spessore piedritto sinistro | 0.60 | [m] |
| Spessore piedritto destro | 0.60 | [m] |
| Spessore fondazione | 0.80 | [m] |

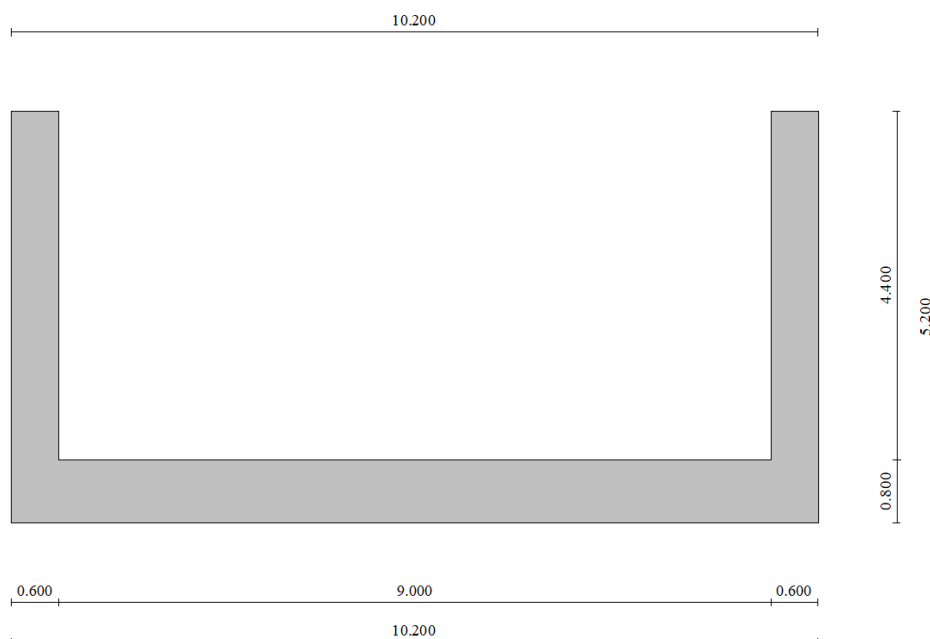


Figura 6-1 – Geometria del canale IN05

6.2 STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO

Strato di rinfiando

Descrizione Terreno di rinfiando (ba1)

Peso di volume 19.00 [kN/mc]

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 19 |

Peso di volume saturo 19.00 [kN/mc]

Angolo di attrito 36.50 [°]

Angolo di attrito terreno struttura 24.33 [°]

Coesione 0 [kPa]

Strato di base

Descrizione Terreno di base (ba3)

Peso di volume 19.00 [kN/mc]

Peso di volume saturo 19.00 [kN/mc]

Angolo di attrito 24.50 [°]

Angolo di attrito terreno struttura 16.33 [°]

Coesione 7.5 [kPa]

Costante di Winkler 6625 [kPa/m]

La costante di Winkler per il terreno di fondazione è stata determinata mediante la relazione empirica suggerita da Terzaghi e Peck (1948):

$$k_w = k_1 \cdot \left(\frac{B + b}{2 \cdot B}\right)^2 = 6625 \frac{kPa}{m}$$

dove:

- k_1 : valore tabellato in funzione della consistenza del terreno, assunto cautelativamente pari a 25 N/cm³ (Consistenza compatta, $C_u=50-100$ kPa);
- B: larghezza canale;
- $b = 0.30$ m;

| | | | |
|---|-------|---|-------|
| B | k_1 | b | k_w |
|---|-------|---|-------|

| | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA LI0B | LOTTO 02 | FASE E | ENTE ZZ | TIPO DOC CL | OPERA 7 DISCIPLINA IN 04 00 | | | PROGR 001 |

| | | | |
|-------|----------------------|------|---------|
| (m) | (N/cm ³) | (m) | (kPa/m) |
| 10.20 | 25 | 0.30 | 6625 |

La costante di Winkler per il terreno di rifianco è stata assunta pari a:

$$k_h = 0.5 * k_w = 3312.50 \text{ kPa/m}$$

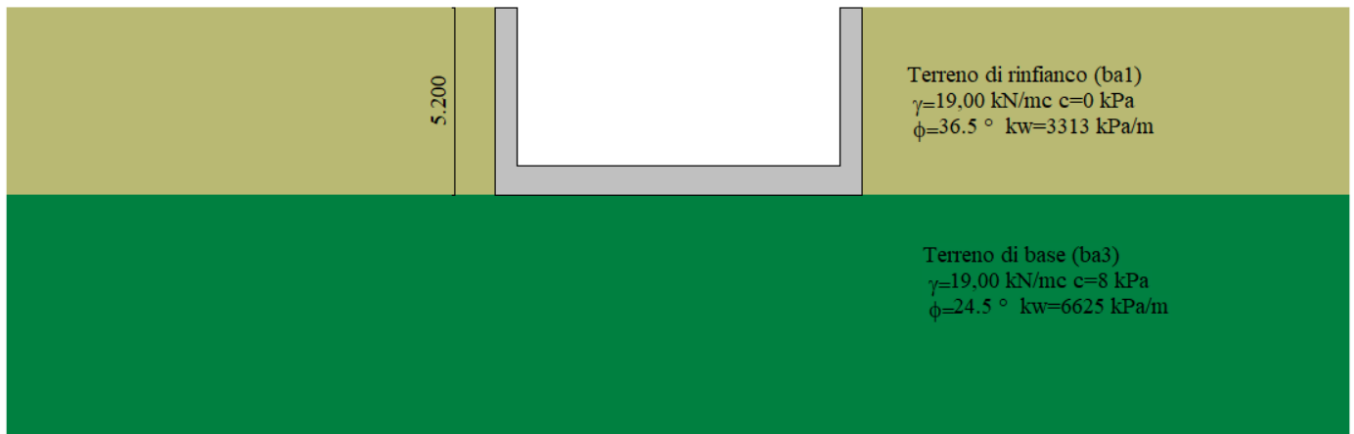


Figura 6-2 – Modello di calcolo

6.3 CONDIZIONI DI CARICO

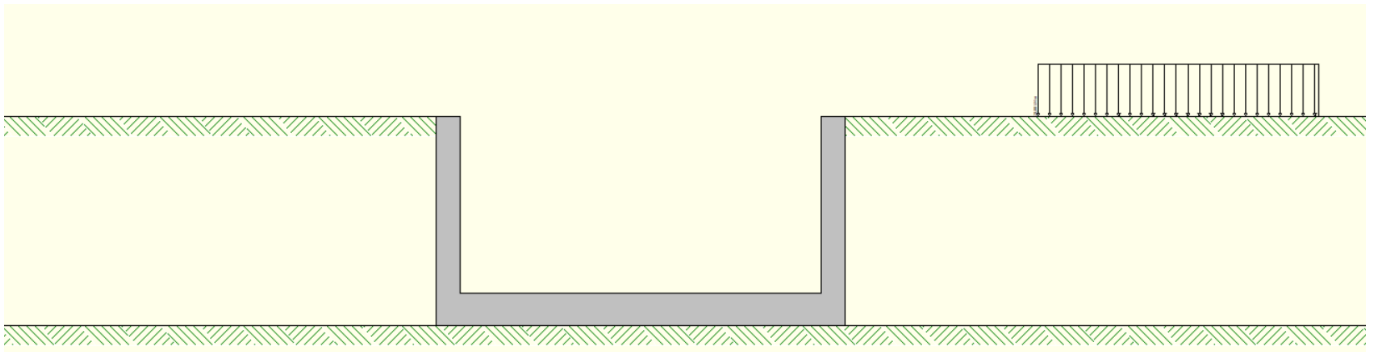
Nel modello si è tenuto conto dei seguenti carichi:

- Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)
- Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)
- Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)
- Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)
- Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)
- Condizione di carico n° 7 (Traffico)

Distr Terreno $X_i= 15,00$ $X_f= 22,00$ $V_{ni}= 20,00$ $V_{nf}= 20,00$

Relazione di calcolo scatolare IN04

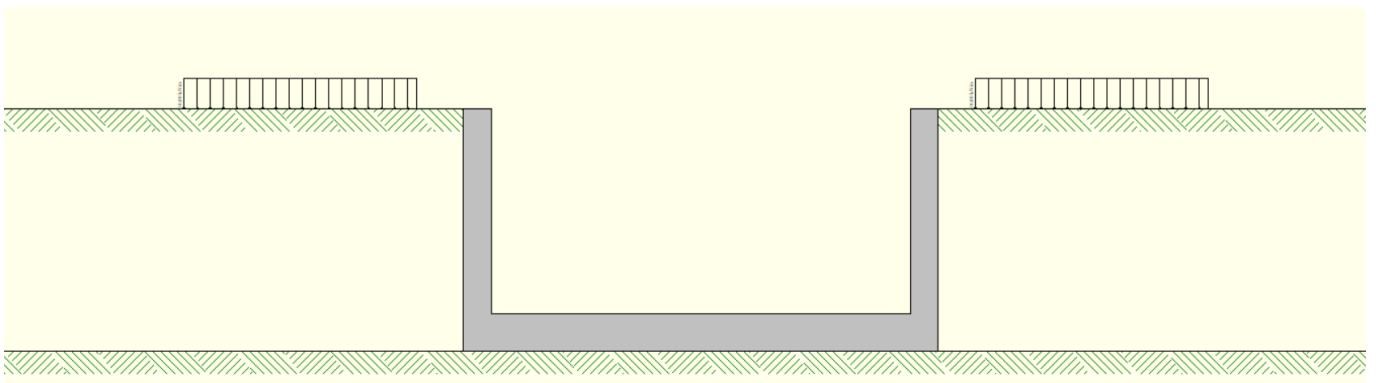
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 21 |



- Condizione di carico n° 8 (Cantiere)

Distr Terreno $X_i = -6,00$ $X_f = -1,00$ $V_{ni} = 10,00$ $V_{nf} = 10,00$

Distr Terreno $X_i = 11,00$ $X_f = 16,00$ $V_{ni} = 10,00$ $V_{nf} = 10,00$



6.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> | | <i>A1</i> | <i>A2</i> |
|----------------|----------------|--------------|-----------|-----------|
| Permanenti | Favorevole | g_{G1fav} | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | g_{G1sfav} | 1.30 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 22 |

| | | | | |
|----------------------------|-------------|--------------|------|------|
| Permanenti non strutturali | Favorevole | g_{G2fav} | 0.80 | 0.80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | g_{G2sfav} | 1.50 | 1.30 |
| Variabili | Favorevole | g_{Qifav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | g_{Qisfav} | 1.50 | 1.30 |
| Variabili da traffico | Favorevole | g_{Qfav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | g_{Qsfav} | 1.35 | 1.15 |
| Termici | Favorevole | g_{efav} | 0.00 | 0.00 |
| Termici | Sfavorevole | g_{esfav} | 1.20 | 1.20 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i> | | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $g_{tanf'}$ | 1.00 | 1.25 |
| Coesione efficace | $g_{c'}$ | 1.00 | 1.25 |
| Resistenza non drenata | g_{cu} | 1.00 | 1.40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | g_{qu} | 1.00 | 1.60 |
| Peso dell'unità di volume | g_g | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> | | <i>A1</i> | <i>A2</i> |
|----------------|----------------|--------------|-----------|-----------|
| Permanenti | Favorevole | g_{G1fav} | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | g_{G1sfav} | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Favorevole | g_{G2fav} | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | g_{G2sfav} | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 23 |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|--------------|------|------|
| Variabili | Favorevole | g_{Qifav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | g_{Qisfav} | 1.00 | 1.00 |
| Variabili da traffico | Favorevole | g_{Qfav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | g_{Qsfav} | 1.00 | 1.00 |
| Termici | Favorevole | g_{efav} | 0.00 | 0.00 |
| Termici | Sfavorevole | g_{esfav} | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i> | | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $g_{tanf'}$ | 1.00 | 1.00 |
| Coesione efficace | $g_{c'}$ | 1.00 | 1.00 |
| Resistenza non drenata | g_{cu} | 1.00 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | g_{qu} | 1.00 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume | g_g | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 24 |

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 25 |

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 26 |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|--------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 27 |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 28 |

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente)

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 14 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 15 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|--------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 29 |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 30 |

| | | | | |
|-----------------|-------------|------|------|------|
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 18 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 19 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 31 |

Combinazione n° 20 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 21 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 22 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 32 |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 23 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 24 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 33 |

Sisma da destra Sfavorevole 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 25 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | g | Y | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Condizione 3 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 34 |

Elenco Combinazioni APPROCCIO 2

Combinazioni generate nr. 25

| Comb n° | Caso | Sisma orizzontale | Sisma verticale |
|---------|-------|-------------------|-----------------|
| 1 | A1-M1 | Assente | -- |
| 2 | A1-M1 | Assente | -- |
| 3 | A1-M1 | Da SINISTRA | POSITIVO |
| 4 | A1-M1 | Da SINISTRA | NEGATIVO |
| 5 | A1-M1 | Da SINISTRA | POSITIVO |
| 6 | A1-M1 | Da SINISTRA | NEGATIVO |
| 7 | A1-M1 | Da DESTRA | POSITIVO |
| 8 | A1-M1 | Da DESTRA | NEGATIVO |
| 9 | A1-M1 | Da DESTRA | POSITIVO |
| 10 | A1-M1 | Da DESTRA | NEGATIVO |
| 11 | SLER | Assente | -- |
| 12 | SLEF | Assente | -- |
| 13 | SLEQ | Assente | -- |
| 14 | SLER | Da SINISTRA | POSITIVO |
| 15 | SLER | Da SINISTRA | NEGATIVO |
| 16 | SLER | Da DESTRA | POSITIVO |
| 17 | SLER | Da DESTRA | NEGATIVO |
| 18 | SLEF | Da SINISTRA | POSITIVO |
| 19 | SLEF | Da SINISTRA | NEGATIVO |
| 20 | SLEF | Da DESTRA | POSITIVO |
| 21 | SLEF | Da DESTRA | NEGATIVO |
| 22 | SLEQ | Da SINISTRA | POSITIVO |
| 23 | SLEQ | Da SINISTRA | NEGATIVO |
| 24 | SLEQ | Da DESTRA | POSITIVO |
| 25 | SLEQ | Da DESTRA | NEGATIVO |

Buttons:

Figura 6-3 – Riepilogo combinazioni di calcolo.

6.5 IMPOSTAZIONI DI PROGETTO

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. | MANDANTI HY pro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 35 |

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot r_l \cdot f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \cdot s_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot s_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctga} + \text{ctgq}) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg}(q) + \text{ctg}(a)) / (1.0 + \text{ctg}q^2)$$

con:

d altezza utile sezione [mm]

b_w larghezza minima sezione [mm]

s_{cp} tensione media di compressione [N/mm²]

r_l rapporto geometrico di armatura

A_{sw} area armatura trasversale [mm²]

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

a_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e s_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f_{yk}

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small> | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA LI0B | LOTTO 02 | FASE E | ENTE ZZ | TIPO DOC CL | OPERA 7 DISCIPLINA IN 04 00 | | | PROGR 001 |

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [m]

Apertura limite fessure $w_1=0.00020$ $w_2=0.00030$ $w_3=0.00040$

Metodo di calcolo aperture delle fessure:

- NTC 2018 - C4.1.2.2.4.5

Resistenza a trazione per Flessione

Verifiche secondo : Norme Tecniche 2018

Copriferro sezioni 0,05 [m]

6.6 ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in m


uy spostamento direzione Y espresso in m

st pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo angolo di attrito

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
|   | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 37 |

Metodo di calcolo della portanza Terzaghi

Spinta sui piedritti a Riposo

6.7 SISMA

Identificazione del sito

Latitudine 41.664799

Longitudine 14.664799

Comune Campobasso

Provincia Campobasso

Regione Molise

Punti di interpolazione del reticolo 29877 – 29876 – 30098 – 30099

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria

Vita nominale 75 anni

Classe d'uso III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose

Vita di riferimento 113 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g = 3.12$ [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.09

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (bm) 1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $kh=(a_g/g*bm*St*S_s) = 34.78$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * kh = 17.39$

Combinazioni SLE

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 38 |

Accelerazione al suolo $a_g = 1.19 [m/s^2]$

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (bm) 1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $kh=(a_g/g*bm*St*S_s) = 14.58$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * kh = 7.29$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Mononobe-Okabe

Angolo diffusione sovraccarico 30,00 [°]

6.8 RISULTATI DI CALCOLO – INVILUPPO SOLLECITAZIONI

Nel seguente paragrafo si riportano gli involuppi in termini di sollecitazioni (flettenti, taglianti e di sforzo normale) dell'opera in esame.

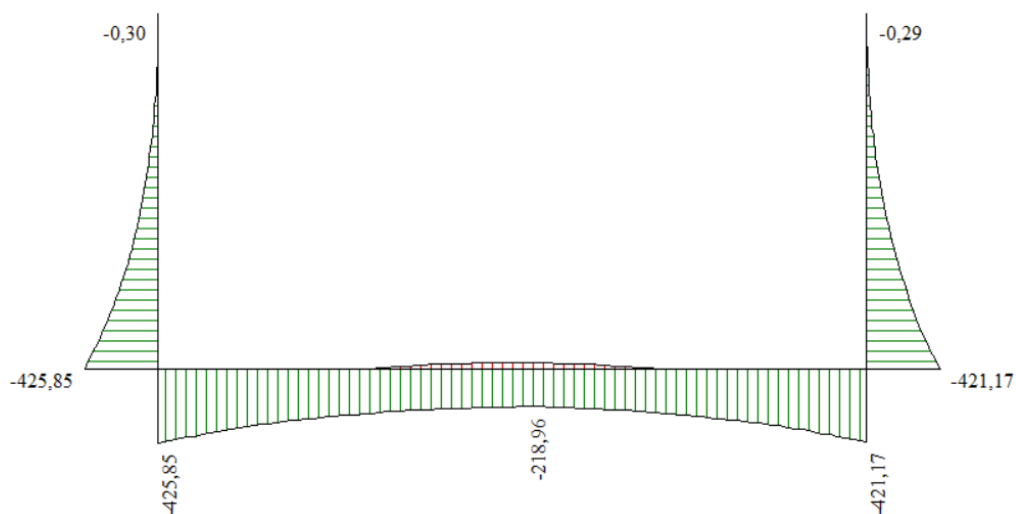


Figura 6-4 – SLU: Inviluppo momento flettente

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 39 |

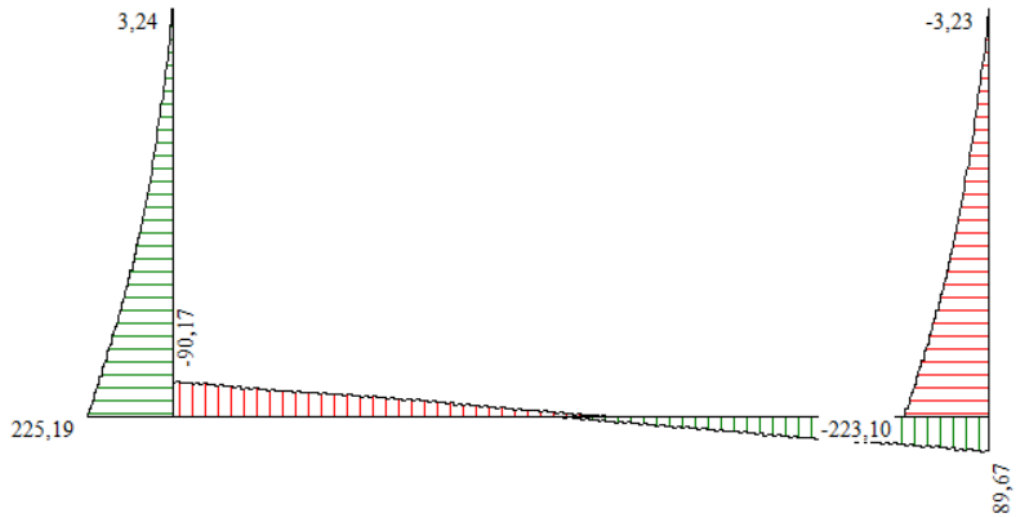


Figura 6-5 – SLU: Involuppo taglio

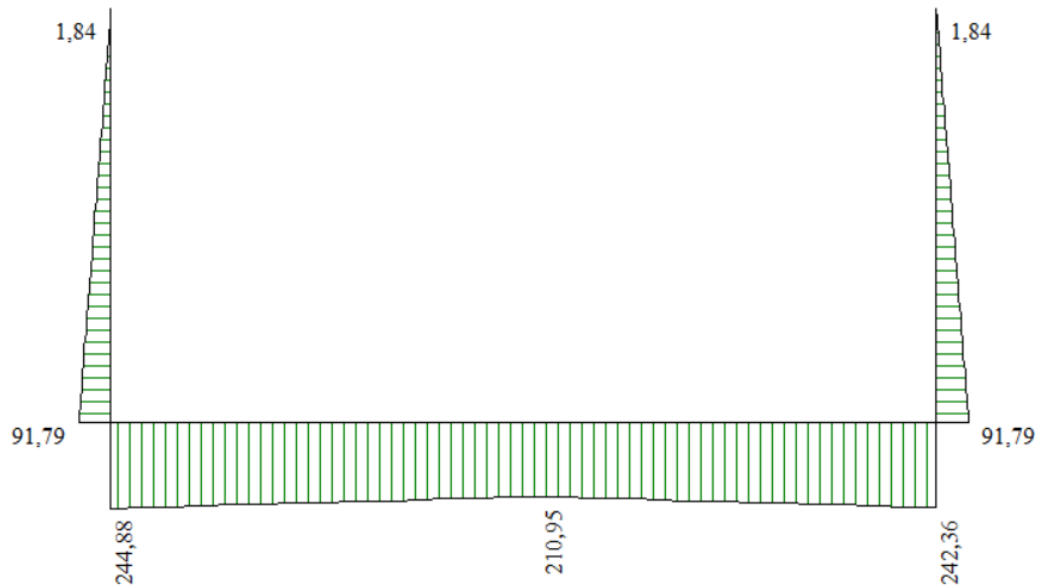


Figura 6-6 – SLU: Involuppo sforzo normale

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 40 |

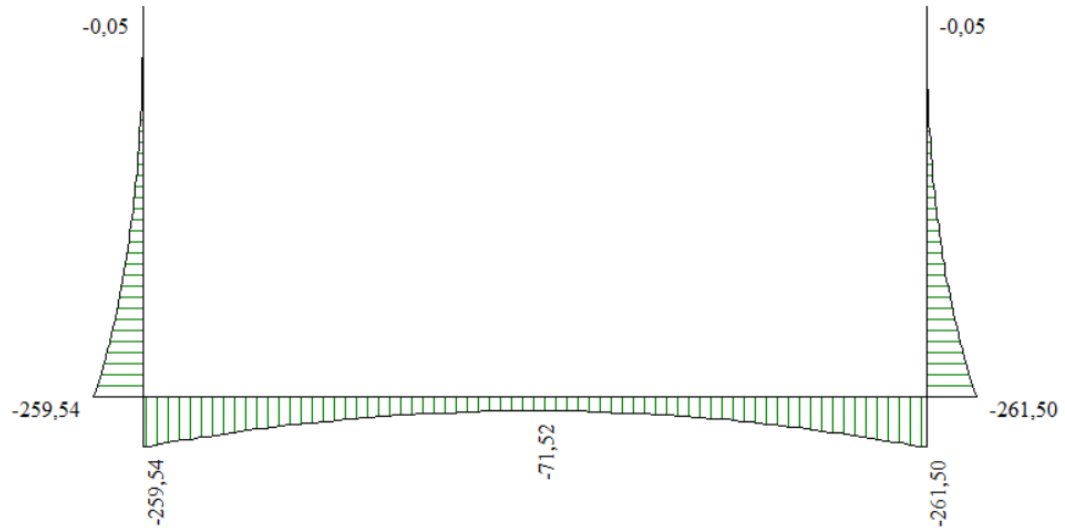


Figura 6-7 – SLE: Involuppo momento flettente

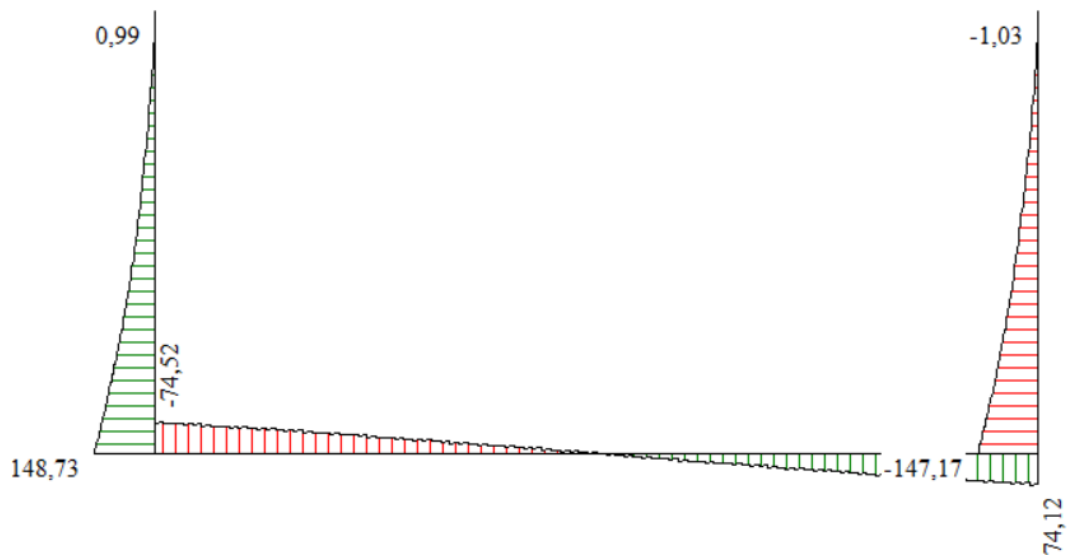


Figura 6-8 – SLE: Involuppo taglio

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 41 |

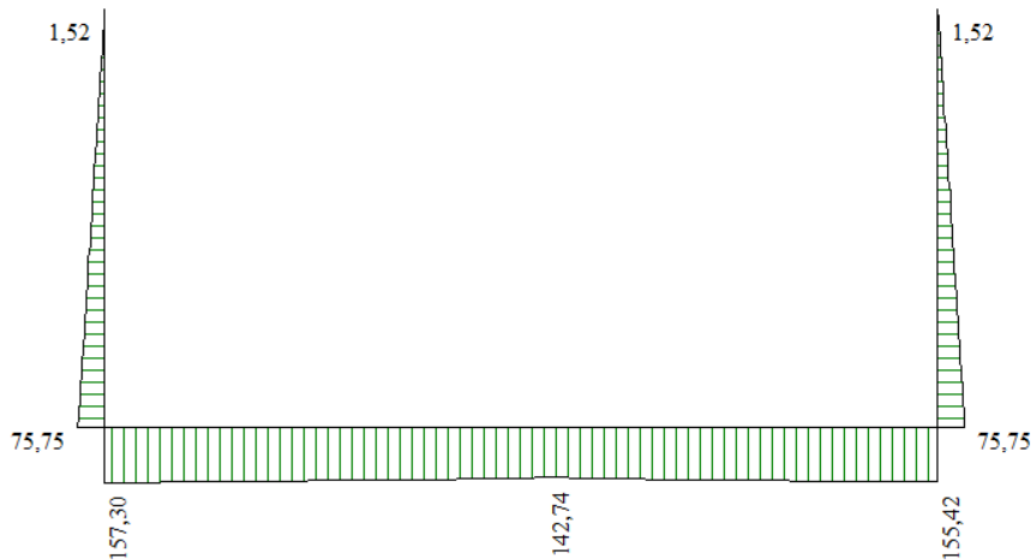


Figura 6-9 – SLE: Involuppo sforzo normale

6.9 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali sono state condotte con l'ausilio del software SAX v.10 di Aztec Informatica Srl e di apposito foglio di calcolo (verifiche a taglio).

Nelle tabelle sottostanti si riepilogano i valori delle sollecitazioni più significativi ai fini delle verifiche. Tali valori sono riferiti ad un metro lineare di sviluppo.

| Soletta di fondazione | | | |
|------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| Stato limite | M (kNm) | T (kN) | N (kN) |
| SLU | -421.17 | 90.17 | 244.88 |
| SLE (Rara) | -261.50 | 74.51 | 157.30 |
| SLE (QP) | -261.50 | 74.51 | 157.30 |

| Piedritti | | | |
|---------------------|----------------|---------------|---------------|
| Stato limite | M (kNm) | T (kN) | N (kN) |

| | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA LI0B | LOTTO 02 | FASE E | ENTE ZZ | TIPO DOC CL | OPERA 7 DISCIPLINA IN 04 00 | PROGR 001 | REV B |

| | | | |
|------------|---------|--------|-------|
| SLU | -425.85 | 225.19 | 91.79 |
| SLE (Rara) | -200.32 | 116.67 | 68.18 |
| SLE (QP) | -200.32 | 116.67 | 68.18 |

Si assumono, per convenzione, positivi i momenti che tendono le fibre del lato interno degli elementi e negativi i momenti che tendono le fibre lato esterno degli elementi.

6.9.1 VERIFICHE SLU

Soletta di fondazione

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x80cm e risulta armata come segue:

- Armatura principale: 5 ϕ 22/m superiori
5 ϕ 22/m inferiori
- Ripartitori: ϕ 12/30cm

Si prevedono inoltre n.9 ganci ϕ 8/mq.

Il copriferro è pari a 5cm.

Flessione

A vantaggio di sicurezza non si è tenuto conto dello sforzo normale agente.

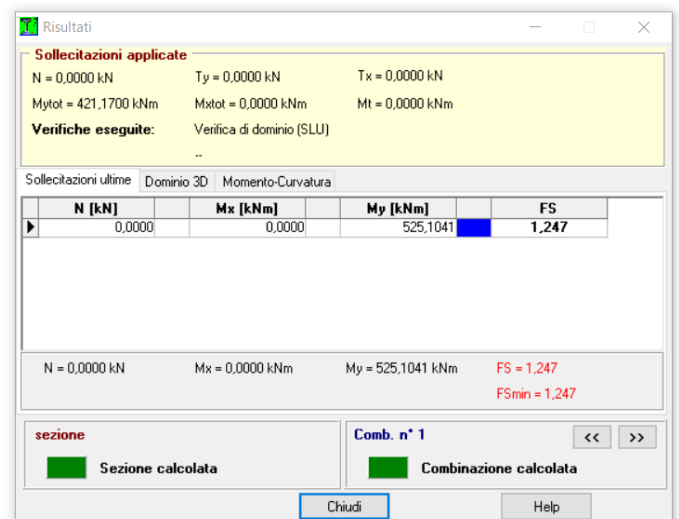
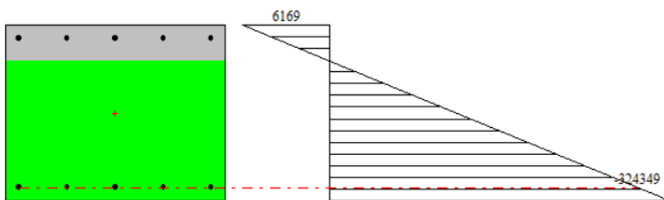


Figura 6-10 – Verifica a flessione

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 43 |

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$M_{Rd} = 525.10 \text{ kNm} > M_{Ed} = 421.17 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica a flessione risulta soddisfatta.

Taglio (elementi senza armature trasversali)

Si riporta la verifica a taglio per elementi senza armature trasversali. Tale verifica, come da calcoli sottostanti, risulta soddisfatta in quanto:

$$V_{Rd} = 277.58 \text{ kN} > V_{Ed} = 90.17 \text{ kN}$$

| VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI | | | |
|---|----------------------------------|----------|-----------------|
| Significato dei simboli | Parametro | Valore | u.d.m. |
| Altezza utile della sezione in cls | d | 750,00 | mm |
| Larghezza minima della sezione in cls | b _w | 1000,00 | mm |
| Classe di calcestruzzo | | C32/40 | |
| Resistenza cilindrica caratteristica | f _{ck} | 33,20 | MPa |
| Coefficiente di sicurezza | γ _c | 1,50 | - |
| Acciaio di armatura | | B450C | |
| Tensione di snervamento caratteristica | f _{yk} | 450,00 | |
| Armatura longitudinale di calcolo | A _{sl} | 1900,66 | mm ² |
| armatura longitudinale in zona tesa minima | A _{s,min} | 9591,11 | mm ² |
| Armatura massima | A _{s,min} | 30000,00 | |
| Valore di calcolo dello sforzo normale agente | N _{ed} | 0,00 | N |
| - | k | 1,52 | - |
| Rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ | 0,003 | - |
| Tensione media di compressione sulla sezione | σ _{cp} | 0,00 | MPa |
| - | v _{min} | 0,38 | MPa |
| Resistenza a taglio di progetto minima | V _{min} | 282,43 | kN |
| Resistenza a taglio di progetto | V _{rd} | 277,58 | kN |
| Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente | V _{ed} | 90,17 | kN |
| Verificato | V _{ed} /V _{rd} | 0,32 | - |

Figura 6-11 – Verifica a taglio

Pertanto non occorre prevedere apposita armatura trasversale aggiuntiva.

Piedritti

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x60cm e risulta armata come segue:

- Armatura principale: 6φ22/m lato monte
5φ16/m lato valle

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 44 |

– Ripartitori: $\phi 12/30\text{cm}$

Si prevedono inoltre n.9 ganci $\phi 8/\text{mq}$.

Il copriferro è pari a 5cm.

Flessione

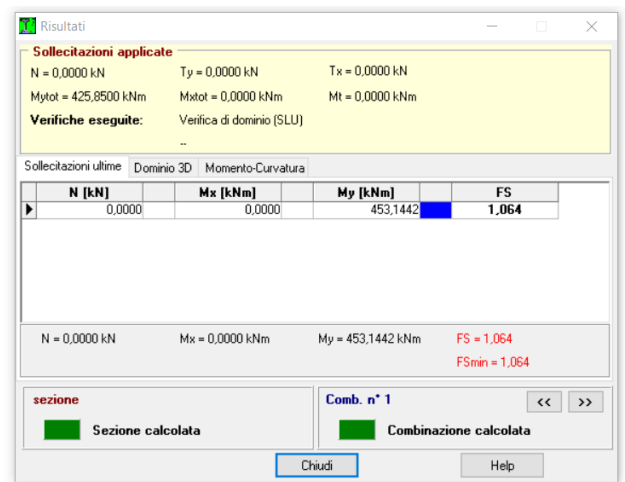
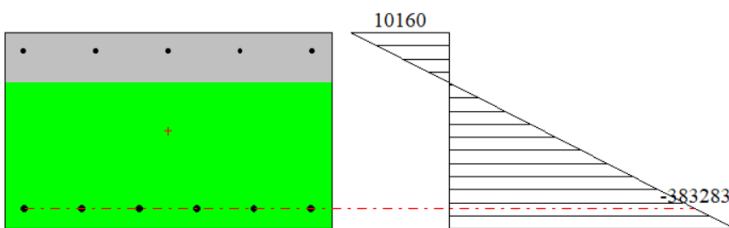


Figura 6-12 – Verifica a flessione

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$M_{Rd} = 453.14 \text{ kNm} > M_{Ed} = 425.85 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica a flessione risulta soddisfatta.

Taglio (elementi senza armature trasversali)

Si riporta la verifica a taglio per elementi senza armature trasversali. Tale verifica, come da calcoli sottostanti, risulta soddisfatta in quanto:

$$V_{Rd} = 253.57 \text{ kN} > V_{Ed} = 225.19 \text{ kN}$$

| VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI | | | |
|---|--------------------|---------|-----------------|
| Significato dei simboli | Parametro | Valore | u.d.m. |
| Altezza utile della sezione in cls | d | 550,00 | mm |
| Larghezza minima della sezione in cls | b _w | 1000,00 | mm |
| Classe di calcestruzzo | C32/40 | | |
| Resistenza cilindrica caratteristica | f _{ck} | 33,20 | MPa |
| Coefficiente di sicurezza | γ _c | 1,50 | - |
| Acciaio di armatura | B450C | | |
| Tensione di snervamento caratteristica | f _{yk} | 450,00 | |
| Armatura longitudinale di calcolo | A _{sl} | 2280,80 | mm ² |
| armatura longitudinale in zona tesa minima | A _{s,min} | 7033,48 | mm ² |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 45 |

| | | | |
|---|-----------------|----------|-----|
| Armatura massima | $A_{s,min}$ | 22000,00 | |
| Valore di calcolo dello sforzo normale agente | N_{ed} | 0,00 | N |
| - | k | 1,60 | - |
| Rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ | 0,004 | - |
| Tensione media di compressione sulla sezione | σ_{cp} | 0,00 | MPa |
| - | v_{min} | 0,41 | MPa |
| Resistenza a taglio di progetto minima | V_{min} | 225,12 | kN |
| Resistenza a taglio di progetto | V_{rd} | 253,57 | kN |
| Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente | V_{ed} | 225,19 | kN |
| Verificato | V_{ed}/V_{rd} | 0,89 | - |

Figura 6-13 – Verifica a taglio

Pertanto non occorre prevedere apposita armatura trasversale aggiuntiva.

6.9.2 VERIFICHE SLE

Soletta di fondazione

Verifica delle tensioni di esercizio

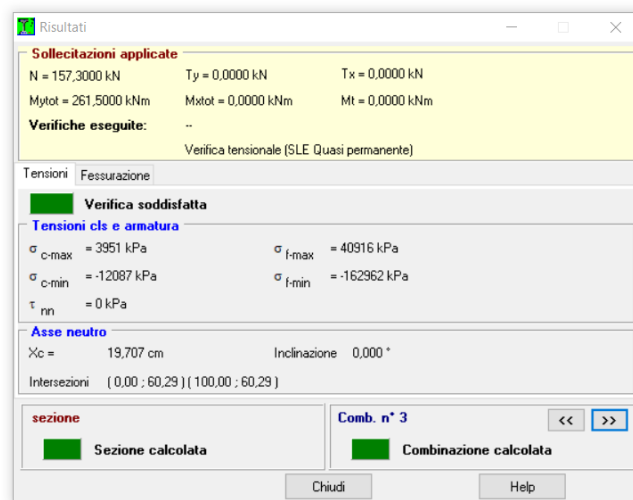
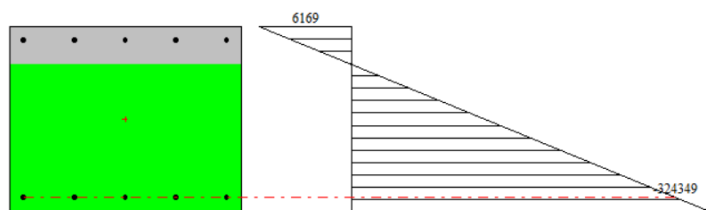


Figura 6-14 – Verifica tensionale (Comb. QP)

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 3.95 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 13.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 162.96 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

Verifica a fessurazione

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 46 |

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

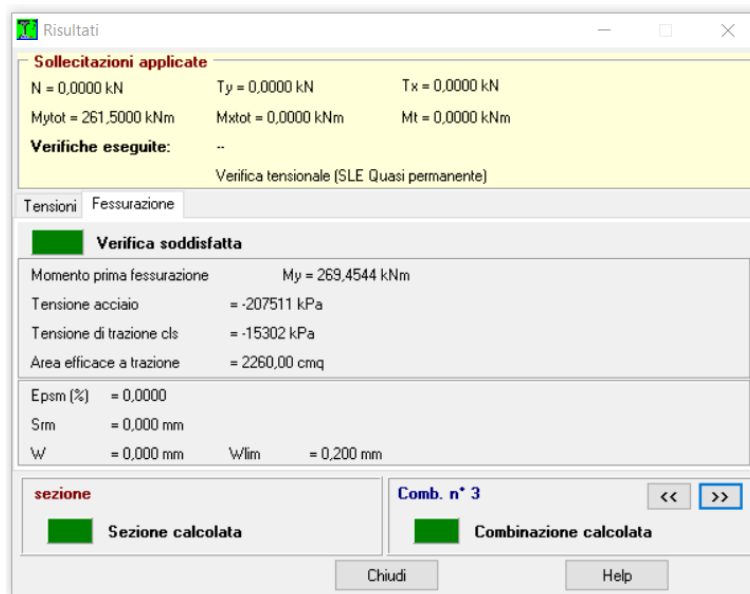


Figura 6-15 – Verifica a fessurazione (Comb. Rara)

$$w_d = 0.000 \text{ mm} < w_{LIM} = 0.200 \text{ mm}$$

Piedritti

Verifica delle tensioni di esercizio

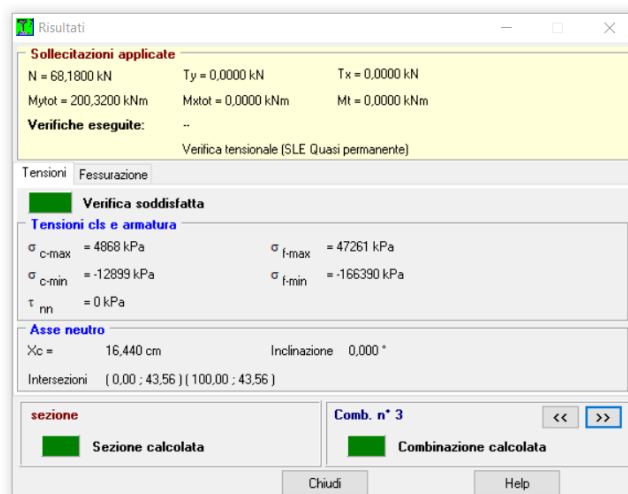
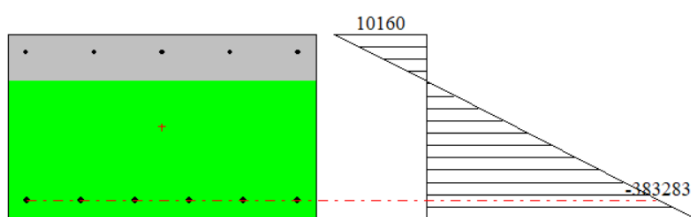


Figura 6-16 – Verifica tensionale (Comb. QP)

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|----------|-----|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. | MANDANTI HYpro S.P.A. | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV |
| | | LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 47 |

$$\sigma_c = 12.90 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 13.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 166.39 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

Verifica a fessurazione

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

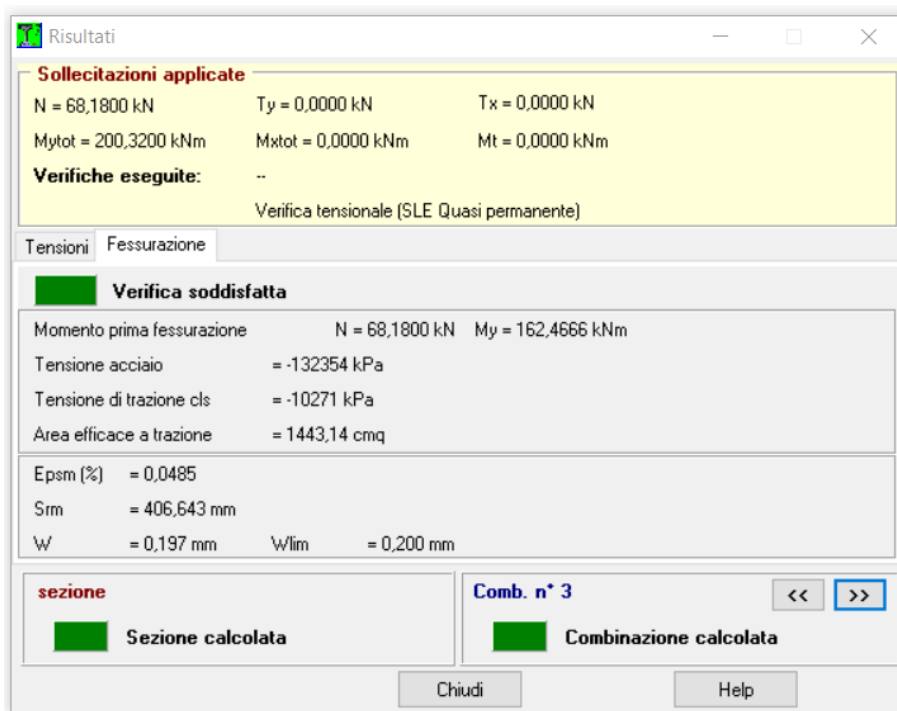


Figura 6-17 – Verifica a fessurazione (Comb. Rara)

$$w_d = 0.197 \text{ mm} < w_{LIM} = 0.200 \text{ mm}$$

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------|-----------|---------------------|
| MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small> | MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small> | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI- LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA | | | | | | | | | |
| | | Relazione di calcolo scatolare IN04 | COMMESSA LI0B | LOTTO 02 | FASE E | ENTE ZZ | TIPO DOC CL | OPERA 7 DISCIPLINA IN | 04 | 00 | PROGR 001 |

6.10 VERIFICHE GEOTECNICHE

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c , N_q , N_γ Fattori di capacità portante

N'_c , N'_q , N'_γ Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]

Q_U Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_Y Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

| IC | N_c | N_q | N_γ | N'_c | N'_q | N'_γ | q_u | Q_U | Q_Y | FS |
|----|-------|-------|------------|--------|--------|-------------|-------|----------|--------|-------|
| 1 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 24,09 | 11,73 | 10,13 | 2333 | 23799,18 | 428,36 | 55,56 |
| 2 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 23,88 | 11,64 | 10,00 | 2304 | 23498,32 | 428,36 | 54,86 |
| 3 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 10,47 | 5,75 | 3,09 | 937 | 9558,01 | 386,81 | 24,71 |
| 4 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 7,87 | 4,61 | 2,13 | 707 | 7213,17 | 272,21 | 26,50 |
| 5 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 10,10 | 5,59 | 2,95 | 909 | 9271,76 | 386,81 | 23,97 |
| 6 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 7,55 | 4,47 | 2,03 | 686 | 6994,72 | 272,21 | 25,70 |
| 7 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 10,47 | 5,75 | 3,09 | 937 | 9558,01 | 386,81 | 24,71 |
| 8 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 7,87 | 4,61 | 2,13 | 707 | 7213,17 | 272,21 | 26,50 |
| 9 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 9,79 | 5,46 | 2,83 | 883 | 9006,15 | 386,81 | 23,28 |
| 10 | 20,01 | 10,12 | 10,13 | 7,19 | 4,31 | 1,91 | 657 | 6705,85 | 272,21 | 24,64 |

6.11 INCIDENZA ARMATURE

Si premette che nel calcolo dell'incidenza è stato applicato un incremento del 15% per tener conto delle sovrapposizioni delle armature correnti.

Soletta di fondazione

| Caratteristiche geometriche | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|--------|--------|
| b (m) | h (m) | L (m) | A (mq) | V (mc) |
| 10.20 | 0.80 | 1 | 8.16 | 8.16 |

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 49 |

| Armatura | φ (mm) | n. | peso barra (kg/m) | l (m) | peso barra (kg) | sovrap. (kg) | peso tot (kg) |
|-------------|--------|----|-------------------|-------|-----------------|--------------|---------------|
| Principali | 22 | 10 | 2.984 | 11.50 | 34.32 | - | 343.16 |
| Ripartitori | 12 | 68 | 0.888 | 1.00 | 0.888 | 0.133 | 69.43 |
| Ganci | 8 | 45 | 0.395 | 0.92 | 0.363 | - | 16.35 |
| | | | | | | | 429.00 |

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{429.00 \text{ kg}}{8.16 \text{ mc}} = 52.60 \text{ kg/mc/m}$$

Piedritto dx

| Caratteristiche geometriche | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|--------|--------|
| b (m) | h (m) | L (m) | A (mq) | V (mc) |
| 0.60 | 4.40 | 1 | 2.64 | 2.64 |

| Armatura | φ (mm) | n. | peso barra (kg/m) | l (m) | peso barra (kg) | sovrap. (kg) | peso tot (kg) |
|-------------|--------|----|-------------------|-------|-----------------|--------------|---------------|
| Principali | 22 | 6 | 2.984 | 6.30 | 18.80 | - | 112.80 |
| | 16 | 5 | 1.578 | 6.30 | 9.94 | - | 49.71 |
| Ripartitori | 12 | 30 | 0.888 | 1.00 | 0.888 | 0.133 | 30.63 |
| Ganci | 8 | 35 | 0.395 | 0.72 | 0.284 | - | 9.95 |
| | | | | | | | 203.10 |

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{203.10 \text{ kg}}{2.64 \text{ mc}} = 77.00 \text{ kg/mc/m}$$

Relazione di calcolo scatolare IN04

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI0B | 02 | E | ZZ | CL | IN | 04 | 00 | 001 | B | 50 |

Piedritto sx

| Caratteristiche geometriche | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|--------|--------|
| b (m) | h (m) | L (m) | A (mq) | V (mc) |
| 0.60 | 4.40 | 1 | 2.64 | 2.64 |

| Armatura | φ (mm) | n. | peso barra (kg/m) | l (m) | peso barra (kg) | sovrap. (kg) | peso tot (kg) |
|-------------|--------|----|-------------------|-------|-----------------|--------------|---------------|
| Principali | 22 | 6 | 2.984 | 6.30 | 18.80 | - | 112.80 |
| | 16 | 5 | 1.578 | 6.30 | 9.94 | - | 49.71 |
| Ripartitori | 12 | 30 | 0.888 | 1.00 | 0.888 | 0.133 | 30.63 |
| Ganci | 8 | 35 | 0.395 | 0.72 | 0.284 | - | 9.95 |
| | | | | | | | 203.10 |

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V \text{ (mc)}} = \frac{203.10 \text{ kg}}{2.64 \text{ mc}} = 77.00 \frac{\text{kg}}{\text{mc/m}}$$