

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

TRINCEE

TR04 – TRINCEA MELITO IMBOCCO W DA PROGR. 9+557 A PROGR. 9+629

Relazione di calcolo solettone

| APPALTATORE | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE | PROGETTISTA |
|---|--|------------------|
| Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 21/02/2020 | Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani | Ing. R.Zanon |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | SCALA: |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|--------|
| IF28 | 01 | E | ZZ | CL | TR0400 | 001 | A | - |

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|------------------------|----------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------------|
| A | Emissione per consegna | G.Furlan | 21/02/2020 | L.Ongaro | 21/02/2020 | T. Finocchietti | 21/02/2020 | R.Zanon |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 21/02/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 2 di 25 |

Indice

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | SCOPO DEL DOCUMENTO | 3 |
| 3 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 4 |
| 4 | MATERIALI..... | 5 |
| 4.1 | MAGRONE | 5 |
| 4.2 | CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI | 5 |
| 4.3 | ACCIAIO PER C.A. | 6 |
| 5 | DESCRIZIONE DELL'OPERA..... | 7 |
| 6 | ANALISI DEI CARICHI | 8 |
| 6.1 | PESO PROPRIO (G1 - DEAD)..... | 8 |
| 6.2 | PERMANENTI PORTATI (G2) | 8 |
| 6.2.1 | MASSICCIATA, ARMAMENTO – G2,1 SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA | 8 |
| 6.3 | AZIONI VARIABILI (Q)..... | 8 |
| 6.3.1 | TRENI DI CARICO (LM71 LOAD CASE 1, LM71 LOAD CASE 2, LM71 LOAD CASE 3) | 8 |
| 6.3.2 | SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL MARCIAPIEDE..... | 10 |
| 6.4 | AZIONI CLIMATICHE..... | 10 |
| 6.5 | AZIONI INDIRETTE..... | 10 |
| 6.5.1 | RITIRO E VISCOSITÀ | 10 |
| 6.6 | AZIONI SISMICHE | 12 |
| 7 | COMBINAZIONI DI CARICO | 14 |
| 7.1 | MODELLO DI CALCOLO | 15 |
| 8 | CRITERI DI VERIFICA..... | 17 |
| 9 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI | 19 |
| 10 | VERIFICHE STRUTTURALI | 21 |
| 10.1 | PLATEA – VERIFICHE FLESSIONALI | 21 |
| 10.2 | PLATEA – VERIFICHE A TAGLIO | 23 |
| 11 | SINTESI ARMATURE | 24 |
| 11.1 | SOLETTA CON SCATOLARE..... | 25 |

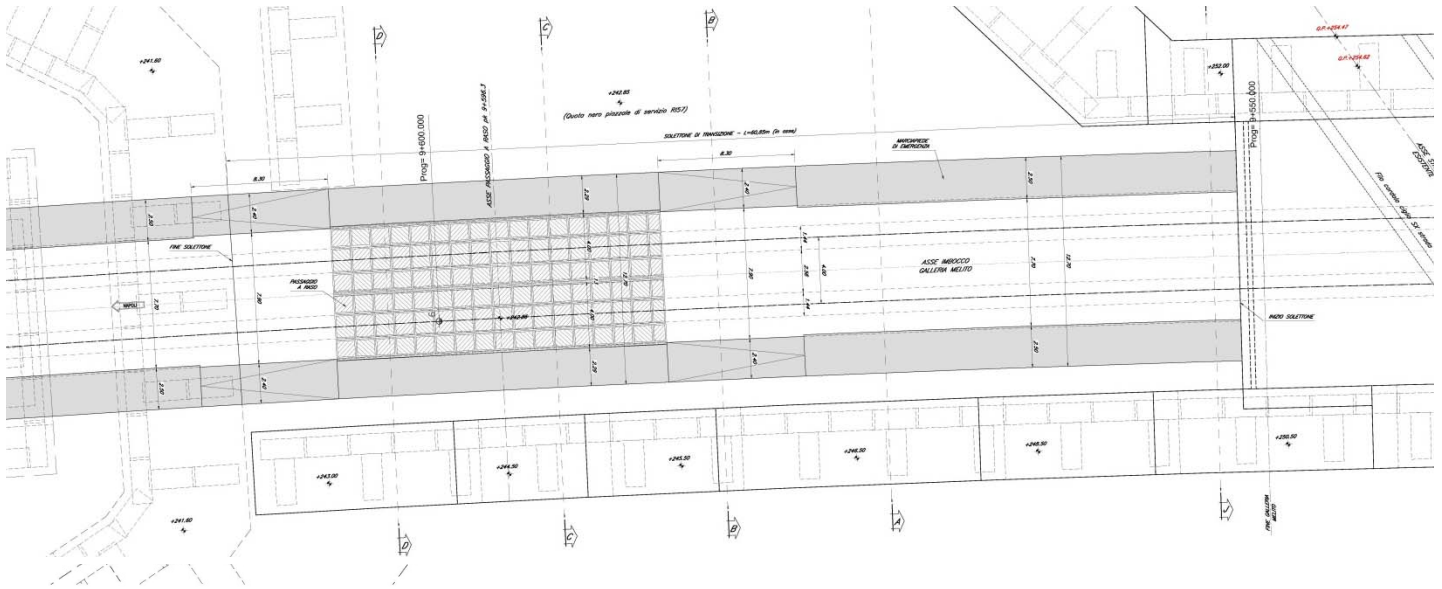
| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 3 di 25 |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | | | | | | |

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Apice - Orsara - 1° Lotto Funzionale Apice - Hirpinia oggetto di progettazione esecutiva.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito del progetto in premessa è prevista la realizzazione dell' Imbocco Melito lato Napoli dal km 9+551 al km 9+612. Tale imbocco ferroviaria è costituito da una soletta in c.a. con elementi scatolari.



SEZIONE A-A - sezione marciapiede FFP/collegamento galleria
 SCALA 1:50

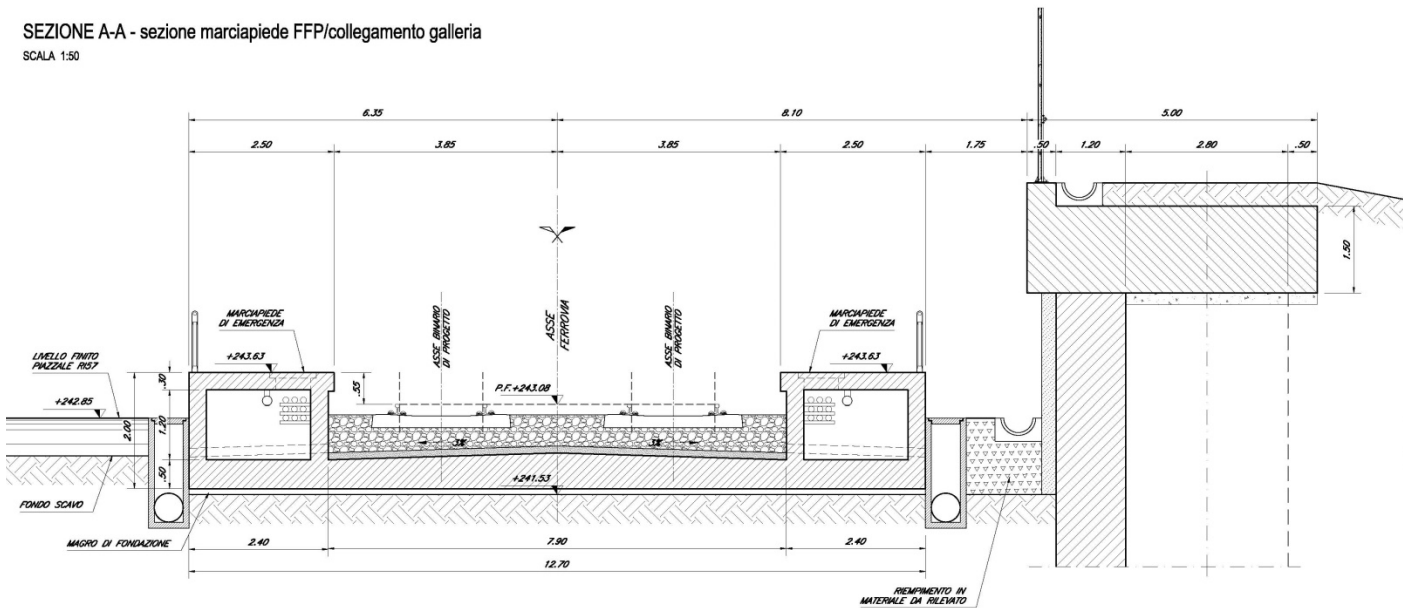


Figura 1 – Stralcio planimetrico e prospetto del TR04

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 4 di 25 |

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- Rif.[1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- Rif.[2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif.[3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif.[4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif.[5] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif.[6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Rif.[7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- Rif.[8] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Rif.[9] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif.[10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif.[11] RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: "Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.2: Ponti e strutture" del 30/12/2016
- Rif.[12] RFI DTC SI CS MA IFS 001 A: "Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.3: Corpo stradale" del 30/12/2016.
- Rif.[13] RFI DTC SI SP IFS 001 A: "Capitolato Generale Tecnico d'appalto delle Opere Civili" del 30/12/2016.

| | | | | | | |
|--|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 5 di 25 |

4 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

Per tutte le parti in calcestruzzo, si utilizzeranno additivi anti-ritiro al fine di ridurre almeno del 50% lo sviluppo della contrazione da ritiro.

4.1 MAGRONE

Classe di resistenza minima C12/15

Classe di esposizione X0

4.2 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI

Classe di resistenza minima C28/35

| | | | |
|-----------------------|-------|-----|---|
| $R_{ck} =$ | 35 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| $f_{ck} =$ | 28 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| $f_{cm} =$ | 36 | MPa | valor medio resistenza cilindrica |
| $\alpha_{cc} =$ | 0,85 | | coeff. rid. per carichi di lunga durata |
| $g_M =$ | 1,5 | - | coefficiente parziale di sicurezza SLU |
| $f_{cd} =$ | 15,87 | MPa | resistenza di progetto |
| $f_{ctm} =$ | 2,77 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| $f_{ctm} =$ | 3,32 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| $f_{ctk} =$ | 1,94 | MPa | valore caratteristico resistenza a trazione |
| $E_{cm} =$ | 32308 | MPa | Modulo elastico di progetto |
| $\nu =$ | 0,2 | | Coefficiente di Poisson |
| $G_c =$ | 13462 | MPa | Modulo elastico Tangenziale di progetto |
| Classe di esposizione | XC2 | | |
| Classe di consistenza | S4 | | |
| Copriferro minimo | 40 | mm | |
| $D_{max} =$ | 25 | mm | Dimensione massima dell'inerte |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 6 di 25 |

4.3 ACCIAIO PER C.A.

B450C

| | | | |
|------------------------------|--------|-----|--|
| $f_{yk} \geq$ | 450 | MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| $f_{tk} \geq$ | 540 | MPa | tensione caratteristica di rottura |
| $(f_t/f_y)_k \geq$ | 1,15 | | |
| $(f_t/f_y)_k <$ | 1,35 | | |
| $\gamma_s =$ | 1,15 | - | coefficiente parziale di sicurezza SLU |
| $f_{yd} =$ | 391,3 | MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| $E_s =$ | 210000 | MPa | Modulo elastico di progetto |
| $\epsilon_{yd} =$ | 0,196% | | deformazione di progetto a snervamento |
| $\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$ | 7,50% | | deformazione caratteristica ultima |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 7 di 25 |

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La tipologia strutturale in esame è costituita da una platea in c.a. Tale opera ospita la sede ferroviaria sulla soletta. Nella figura seguente è riportata una sezione tipo della struttura analizzata.

SEZIONE A-A - sezione marciapiede FFP/collegamento galleria
SCALA 1:50

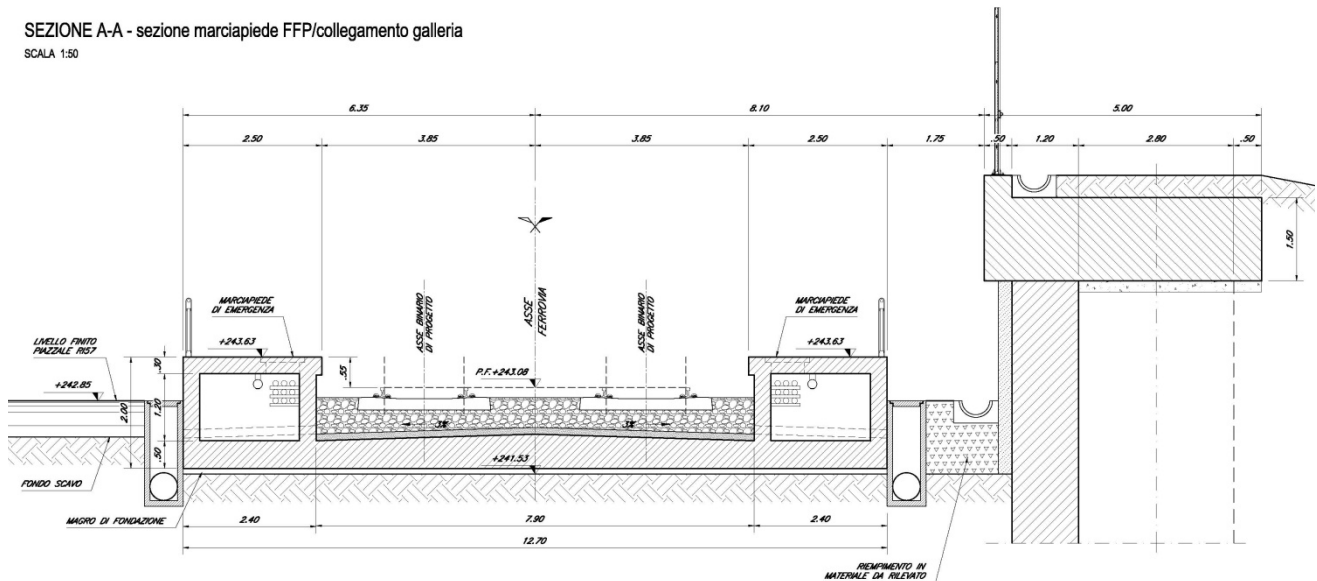


Figura 2 – Sezione tipo del manufatto – concio 1 & concio 2

PLATEA

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche principali del manufatto .

| | | |
|-----------------|---------|----------------------------|
| $S_f =$ | 0.50 m | Spessore minimo fondazione |
| $L_{int} =$ | 7.90 m | Larghezza sede ferroviaria |
| $L_{tot} =$ | 12.70 m | Larghezza totale |
| $H_{ballast} =$ | 0.65 m | Spessore ballast |
| $H_{mass} =$ | 0.15 m | Spessore massetto |
| $H_{scat} =$ | 0.30 m | Spessore scatolare |

L'armamento è di tipo convenzionale su ballast.

Come modello di calcolo si è assunto lo schema statico di una trave, ed è stato analizzato con un'analisi elastico lineare attraverso il programma di calcolo semplificato "Trave Semplice"

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 8 di 25 |

6 ANALISI DEI CARICHI

6.1 PESO PROPRIO (G1 - DEAD)

Il carico delle strutture in calcestruzzo armato viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/mc.

La platea, di spessore medio 0.55 m, ha un peso di 25 kN/m³ x 0.55 m x 1 m ≈ 14 kN/m

Le strutture scatolari, non considerate collaboranti (a favore di sicurezza), vengono considerate come azioni concentrate, che vengono posizionate in corrispondenza dei montanti verticali della stessa.

$$W_{\text{scatolare}} = 25 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} \times (2 \times 0.3 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} + 0.3 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}) = 36.75 \text{ kN}$$

$$G_{1,sc} = W_{sc}/2 = 18.4 \text{ kN}$$

6.2 PERMANENTI PORTATI (G2)

6.2.1 Massicciata, armamento – G2,1 Sovrastruttura ferroviaria

Si assumono convenzionalmente i seguenti pesi di volume relativi alla massicciata e all'armamento (sovrastuttura ferroviaria):

Peso di volume in rettilo: 18.00 kN/m³.

Mentre per il massetto:

Peso di volume: 25.00 kN/m³

Il massetto è un primo strato di spessore medio 0.15 m omogeneamente diffuso, del peso pari a:

$$G_{2,1} = 25.00 \text{ kN/m}^3 \times 0.15 \text{ m} \approx 3.75 \text{ kN/m}^2.$$

Il carico del ballast, invece, ha spessore medio di circa 0.65 m:

$$G_{2,1} = 18.00 \text{ kN/m}^3 \times 0.65 \text{ m} \approx 11.70 \text{ kN/m}^2.$$

Tali carichi vengono applicati sull'intera larghezza interna della sede ferroviaria.

6.3 AZIONI VARIABILI (Q)

6.3.1 Treni di carico (LM71 Load Case 1, LM71 Load Case 2, LM71 Load Case 3)

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico; in particolare, sono forniti due modelli di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW). I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente "α" che deve assumersi come da tabella seguente:

| MODELLO DI CARICO | COEFFICIENTE "α" |
|-------------------|------------------|
| LM71 | 1,10 |
| SW/0 | 1,10 |
| SW/2 | 1,00 |

Tabella 1 – coefficienti α per modelli di carico

Treno di carico LM71

Il Treno di carico LM71 è schematizzato nella figura seguente.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 9 di 25 |

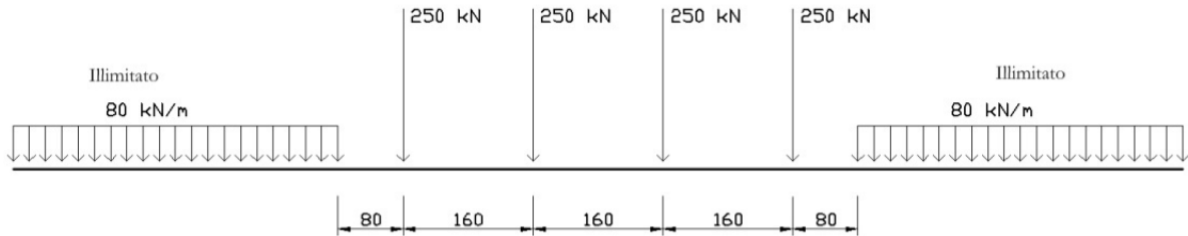


Figura 3 – Treno di carico LM71

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 2.5.1.4.2.5 del Manuale di Progettazione e in particolare alla tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 al punto 5.4 per la definizione della lunghezza caratteristica $L\Phi$. Considerando una trave semplicemente appoggiata e un ridotto standard manutentivo, si ottiene:

$$L_{\Phi} = L = 12.70 \text{ m}$$

$$\varphi = 0.9 \cdot \left(\frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi}} - 0.2} + 0.73 \right) = 1.24$$

In conformità alla normativa di riferimento (NTC 2008 §5.2.2.3.1) si prendono in considerazione i seguenti carichi verticali per il treno di carico LM71:

- Quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60m;
- Carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.8 m dagli assi d'estremità e per un lunghezza illimitata.

In questo caso di studio, che ha come oggetto una striscia di profondità unitaria, si considererà solo il carico concentrato.

DISTRIBUZIONE LONGITUDINALE E TRASVERSALE DEL CARICO FERROVIARIO

I sovraccarichi ferroviari (LM71 e SW2) si distribuiscono attraverso il ricoprimento con una pendenza 1 a 4 all'interno del ballast e con la pendenza a 45° all'interno del CLS, per cui la diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario, considerando la larghezza della traversina pari a 2.40m, uno spessore del ballast al di sotto della traversina di 0.6 m, e metà spessore soletta pari a 0.25m, risulta pari a:

$$L_t = L_{traversina} + 2 \cdot H_{ballast} \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot \frac{H_{soletta}}{2} \cdot \frac{1}{1} = 3.20 \text{ m}$$

Il carico complessivo Q, incrementato del coefficiente dinamico e del coefficiente di adattamento $\alpha=1.1$, è riportato ad un carico lineare pari a :

$$q = Q \times \alpha \times \Phi / (L_t \times L_L) = 250 \text{ kN} \times 1.1 \times 1.24 / (1.6 \text{ m} \times 3.20 \text{ m}) = 66.6 \text{ kN/m}^2$$

Treni di carico SW/0- SW/2

Il Treni di carico SW/0-SW/2 sono schematizzati nella figura seguente.

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 10 di 25 |

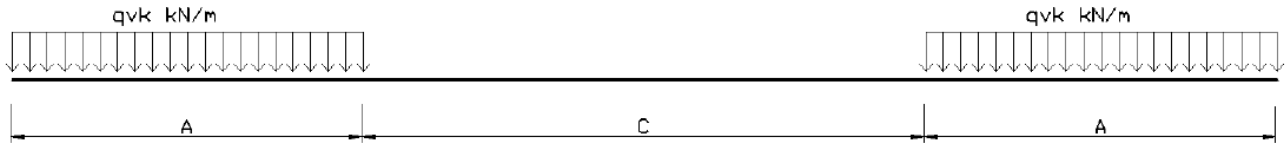


Figura 4 – Treno di carico SW

Il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (esso andrà utilizzato solo per le travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71, nel caso in esame non viene quindi preso in considerazione).

Il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Le caratterizzazioni di entrambe queste configurazioni sono indicate nella tabella seguente:

| <i>Tipo di carico</i> | Q_{vk} [kN/m] | <i>A</i> [m] | <i>C</i> [m] |
|-----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| <i>SW/0</i> | 133 | 15,00 | 5,30 |
| <i>SW/2</i> | 150 | 25,00 | 7,00 |

Tabella 2 – caratterizzazione treni di carico SW

6.3.2 Spinta del sovraccarico accidentale sul marciapiede

Al di sopra del marciapiede si ha un sovraccarico accidentale di 5 kN/m^2 .

$$q = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Carico ferroviario e sovraccarico sul marciapiede non sono mai considerati contemporanei.

6.4 AZIONI CLIMATICHE

Le variazioni termiche, uniforme e differenziale, non vengono considerate.

6.5 AZIONI INDIRETTE

6.5.1 Ritiro e Viscosità

Il ritiro non si considera agire sulla soletta di fondazione in quanto sostanzialmente interrata per la maggior parte della sua dimensione.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0400 001</td> <td>A</td> <td>11 di 25</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | TR0400 001 | A | 11 di 25 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF28 | 01 | E ZZ CL | TR0400 001 | A | 11 di 25 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 12 di 25 |

6.6 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

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

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

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto §7.9.2. delle NTC, assimilando il muro "ad U" alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato:

- la vita nominale (VN) dell'opera.
- la classe d'uso.
- il periodo di riferimento (VR) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso.

Per l'opera in esame si ha:

| | | |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N | <input type="text" value="75"/> | info |
| Coefficiente d'uso della costruzione - c_U | <input type="text" value="1.5"/> | info |
| Valori di progetto | | |
| Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R | <input type="text" value="112.5"/> | info |
| Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R | | info |
| Stati limite di esercizio - SLE | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
| | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

I valori delle caratteristiche sismiche (ag , $F0$, T^*c) per gli stati limite di normativa sono:

Coordinate geografiche del sito:

- Latitudine = 41.0510°
- Longitudine = 15.0333°

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 13 di 25 |

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_c^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 68 | 0.098 | 2.325 | 0.318 |
| SLD | 113 | 0.129 | 2.316 | 0.333 |
| SLV | 1068 | 0.381 | 2.287 | 0.415 |
| SLC | 2193 | 0.500 | 2.353 | 0.430 |

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t) ed è pari a 1.177.

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

| | | amax |
|----|------|-------|
| TR | 68 | 0.115 |
| TR | 113 | 0.152 |
| TR | 1068 | 0.448 |
| TR | 2193 | 0.589 |

L'azione sismica viene trascurata nell'analisi condotta.

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 14 di 25 |

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto in base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 15 di 25 |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | | | | | | |

7.1 MODELLO DI CALCOLO

Questo modello è stato considerato per la valutazione delle sollecitazioni e le deformazioni degli elementi strutturali per le combinazioni agli stati limite ultimi, di esercizio e sismiche.

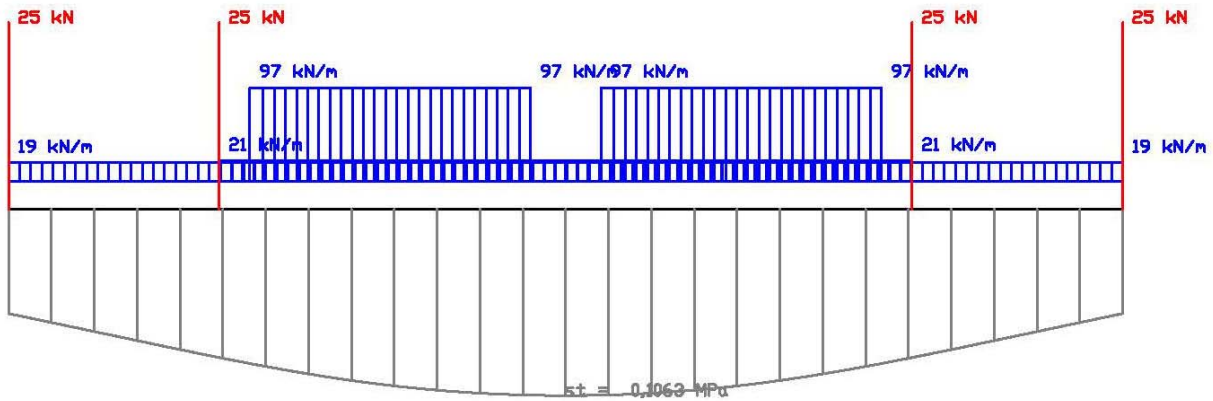


Figura 5 - Modello agli SLU

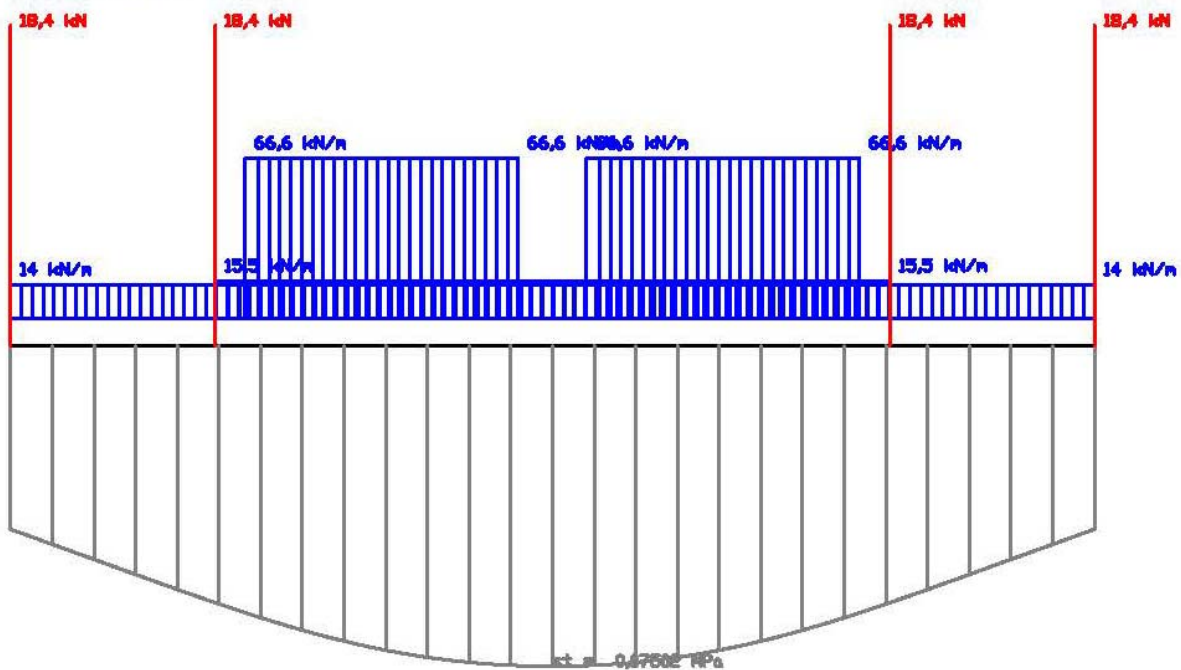


Figura 6 - Modello Agli SLE

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 16 di 25 |

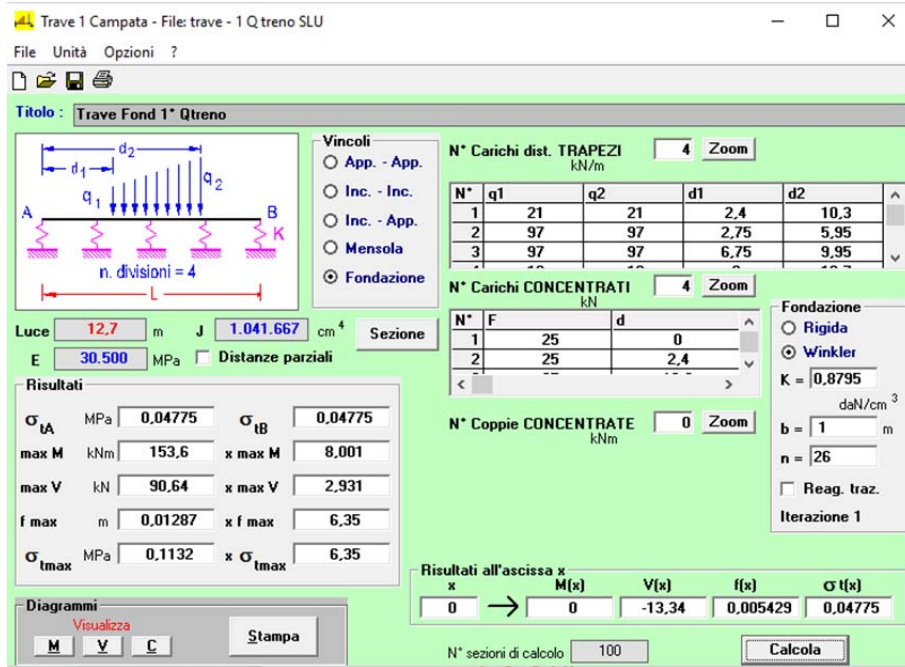


Figura 7 – Modello di calcolo SLU

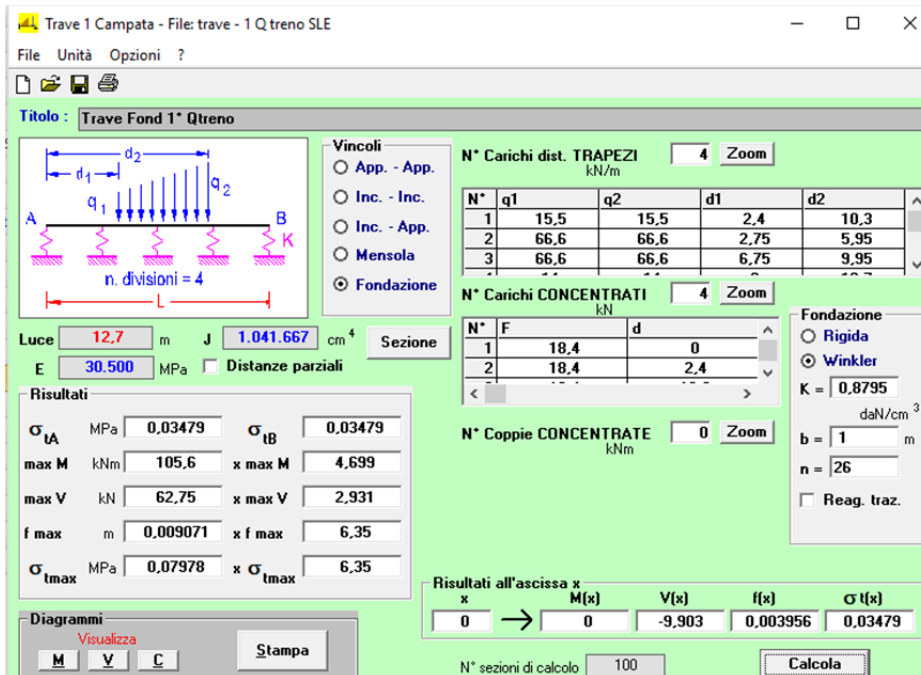


Figura 8 - Modello di calcolo SLE

Il suolo a contatto con la platea viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 17 di 25 |

Terreno di fondazione

Modulo di Young del terreno $E=36000 \text{ kN/m}^2$

dimensione trasversale compresa dei muri $b_t=12.7 \text{ m}$

dimensione longitudinale dell'opera $b_l= 1.0 \text{ m}$

Si applica la formulazione di Vogt per definire la molla elastica distribuita sul beam di fondazione:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{bt^2 \cdot bl}}$$

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

$K_v = 8796 \text{ kN/m}^3$

8 CRITERI DI VERIFICA

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 di seguito riportata.

In particolare, per ogni gruppo viene individuata un'azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

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

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

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

| TIPO DI CARICO | Azioni verticali | | Azioni orizzontali | | | Commenti |
|----------------|----------------------|---------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| | Carico verticale (1) | Treno scarico | Frenatura e avviamento | Centrifuga | Serpeggio | |
| Gruppo 1 (2) | 1,00 | - | 0,5 (0,0) | 1,0 (0,0) | 1,0 (0,0) | massima azione verticale e laterale |
| Gruppo 2 (2) | - | 1,00 | 0,00 | 1,0 (0,0) | 1,0(0,0) | stabilità laterale |
| Gruppo 3 (2) | 1,0 (0,5) | - | 1,00 | 0,5 (0,0) | 0,5 (0,0) | massima azione longitudinale |
| Gruppo 4 | 0,8 (0,6; 0,4) | - | 0,8 (0,6; 0,4) | 0,8 (0,6; 0,4) | 0,8 (0,6; 0,4) | fessurazione |

Azione dominante
⁽¹⁾ Includendo tutti i fattori ad essi relativi (ϕ, α , ecc.)
⁽²⁾ La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

I valori fra parentesi indicati nella Tab. 5.2.IV vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo.

Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumeranno pari a: 0.6 per impalcati con 2 binari carichi e 0.4 per impalcati con tre o più binari carichi.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 18 di 25 |

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari caricati.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare nel calcolo della struttura in esame si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

| | | 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

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

| Azioni | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | Ξ_1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | Ξ_2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | Ξ_3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | Ξ_4 | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

- (1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.
- (2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 19 di 25 |

9 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le mappe delle sollecitazioni dimensionanti SLU/SLV. Il valore delle sollecitazioni è in kN e kNm.

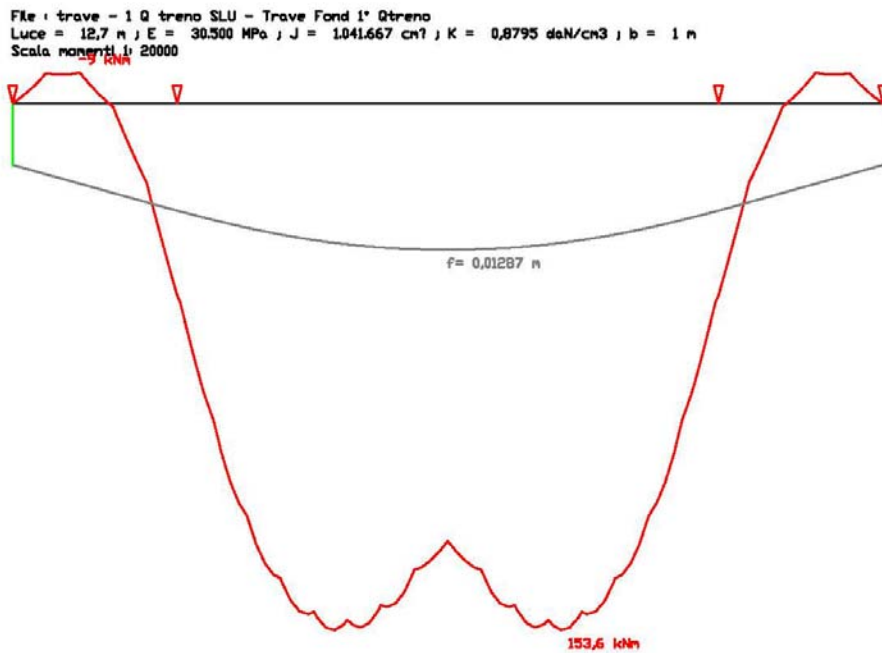


Figura 9 - combinazione momento positivo massimo SLU.

Scala tagli : 50000

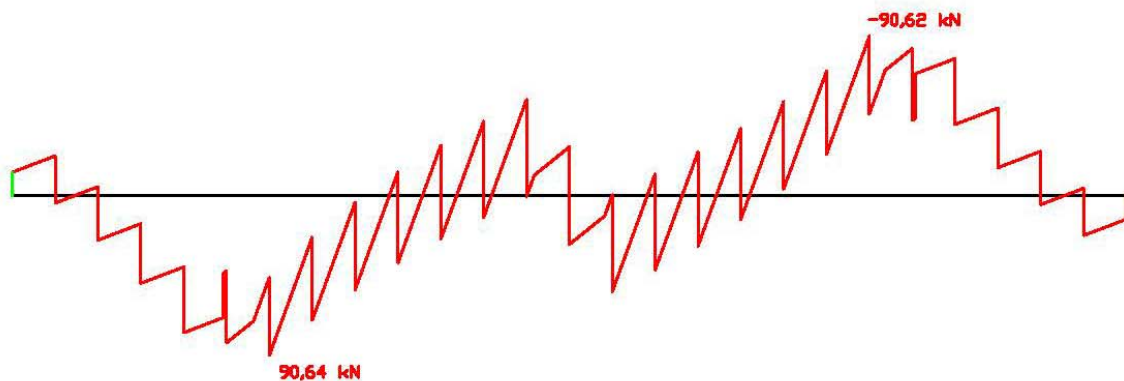


Figura 10 - combinazione taglio massimo SLU.

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 20 di 25 |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | | | | | | |

File : trave - 1 Q treno SLE - Trave Fond 1° Q treno

Luca = 12,7 m ; E = 30.500 MPa ; J = 1041.667 cm⁴ ; K = 0,8795 daN/cm³ ; b = 1 m

Scala momenti : 20000

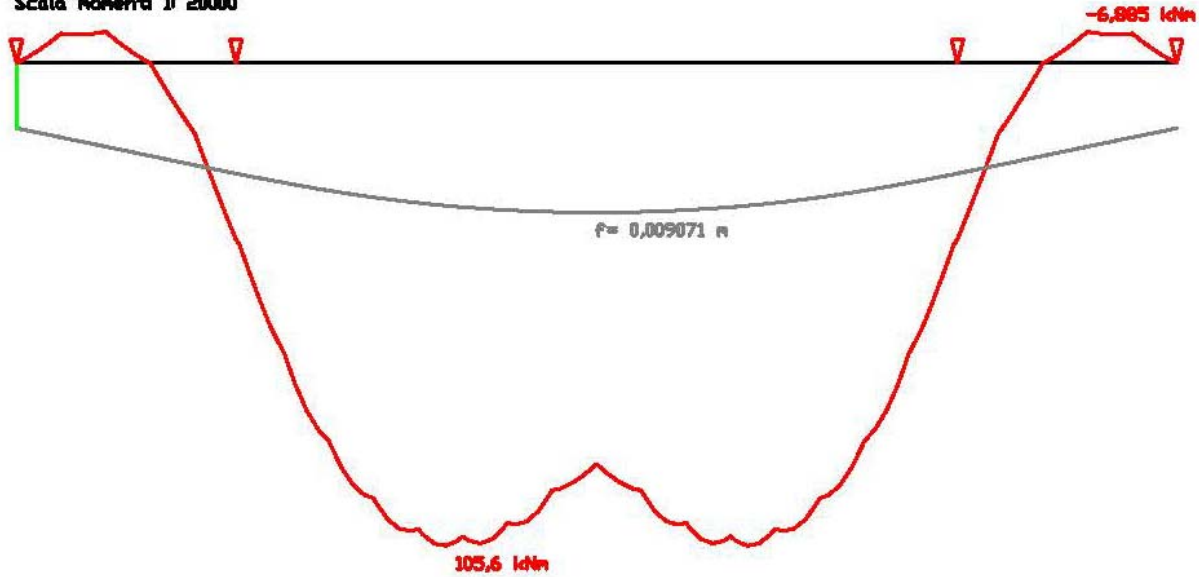


Figura 11 - combinazione momento massimo SLE.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 21 di 25 |

10 VERIFICHE STRUTTURALI

10.1 PLATEA – VERIFICHE FLESSIONALI

Momento trasversale - Fibre tese esterne

| N° | b [mm] | h [mm] | N° | As [mm²] | d [mm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 1000 | 500 | 1 | 1005 | 65 |
| | | | 2 | 2356 | 435 |

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 154 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro
 xN 0
 yN 0

Materiali: B450C C28/35
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

Calcolo: M_{xRd} 373.2 kNm
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 18.65 ‰
 d 435 mm
 x 68.73 x/d 0.158
 δ 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. Metodo n
 Tipo flessione: Retta Deviata
 N° rett. 100
 Calcola MRD Dominio M-N
 L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Armatura:

7.5Φ20 esterni

5Φ16 interni

| N° | b [mm] | h [mm] | N° | As [mm²] | d [mm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 1000 | 500 | 1 | 1005 | 65 |
| | | | 2 | 2356 | 435 |

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 154 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro
 xN 0
 yN 0

Materiali: B450C C28/35
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

Calcolo: M_{xRd} 373.2 kNm
 σ_c -3.573 N/mm²
 σ_s 116.2 N/mm²
 ϵ_s 0.5809 ‰
 d 435 mm
 x 137.3 x/d 0.3157
 δ 0.8346

Verifica: N° iterazioni: 4
 Precompresso

| | |
|---|---|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0400 001 A 22 di 25 |

| Comb. SLE RARA - MOMENTO Platea | | | |
|--|------------------|-----|---|
| Rck | 35 | Mpa | |
| fck | 28 | Mpa | |
| fctm | 2.77 | Mpa | (per classi <= C50/60) |
| σfess | 2.31 | Mpa | |
| Wid | 0.042 | m3 | modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso |
| σG | 0.00 | Mpa | tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione |
| Mfess | 96 | kNm | |
| Med | 106 | kNm | |
| check | FESSURATO | | |
| σs | 116 | Mpa | Tasso di lavoro acciai (SLE rara) |
| kt | 0.6 | | kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine |
| fck | 28 | Mpa | |
| Ecm | 32308 | Mpa | Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3 |
| fct,eff | 2.77 | Mpa | fct,eff = 0.3*fck^(2/3) |
| Es | 210000 | Mpa | Modulo acciaio armatura |
| αe | 6.50 | | αe = Es/Ec |
| Section width | 1000 | mm | Larghezza sezione |
| Section depth | 500 | mm | Altezza sezione |
| c' | 65 | mm | Copriferro (al baricentro armature) armature tese |
| d | 435 | mm | Altezza utile - rispetto al lembo compresso |
| x | 137.3 | mm | Profondità asse neutro |
| 2.5(h-d) | 162.5 | mm | |
| (h-x)/3 | 120.9 | mm | |
| h/2 | 250.0 | mm | |
| hceff | 120.9 | mm | Altezza efficace |
| Aceff | 120'900 | mmq | Area efficace |
| As | 2356 | mmq | Area armatura nella zona tesa |
| ρp,eff | 0.01949 | | Percentuale armatura |
| εsm | 0.000332 | | |
| c | 50 | mm | Ricoprimento barre tese |
| k1 | 0.8 | | Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia) |
| k2 | 0.5 | | 0.5 flessione - 1.0 trazione |
| k3 | 3.40 | | |
| k4 | 0.425 | | |
| n1 | 7.5 | | |
| Φ1 | 20 | mm | |
| n2 | 0 | | |
| Φ2 | 0 | mm | |
| φ eq | 20.00 | mm | Diametro equivalente |
| srmax | 344.474 | mm | Distanza massima fessura |
| w | 0.11 | mm | Ampiezza teorica fessura |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 23 di 25 |

10.2 PLATEA – VERIFICHE A TAGLIO

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

| | | | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|------|-------------------------|
| $b_w = 1000$ | mm larghezza | $f_{yk} = 450$ | MPa | resist. caratteristica |
| $h = 500$ | mm altezza | $\gamma_s = 1.15$ | | coeff. sicurezza |
| $c = 40$ | mm copriferro | $f_{yd} = 391.3$ | MPa | resist. di calcolo |
| $f_{ck} = 28$ | MPa resist. caratteristica | Armatura longitudinale tesa: | | |
| $\gamma_c = 1.50$ | coeff. sicurezza | $A_{sl,1} = 7.5$ | Ø 20 | = 23.56 cm ² |
| $\alpha_{cc} = 0.85$ | coeff. riduttivo | $A_{sl,2} = 0$ | Ø 0 | = 0.00 cm ² |
| $d = 460$ | mm altezza utile | $A_{sl,3} = 0$ | Ø 0 | = 0.00 cm ² |
| $f_{cd} = 15.87$ | MPa resist. di calcolo | | | 23.56 cm ² |

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 91.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.659 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.396$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.005 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 222.5 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 182.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 222.5 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 25.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{inclinaz. staffè}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffè } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trav)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.071 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 245.6 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 1258.0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 245.6 > 91.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 2.7$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 24 di 25 |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | | | | | | |

11 SINTESI ARMATURE

Si dispongono le armature trasversali di seguito espote, sintetizzandole in figura.

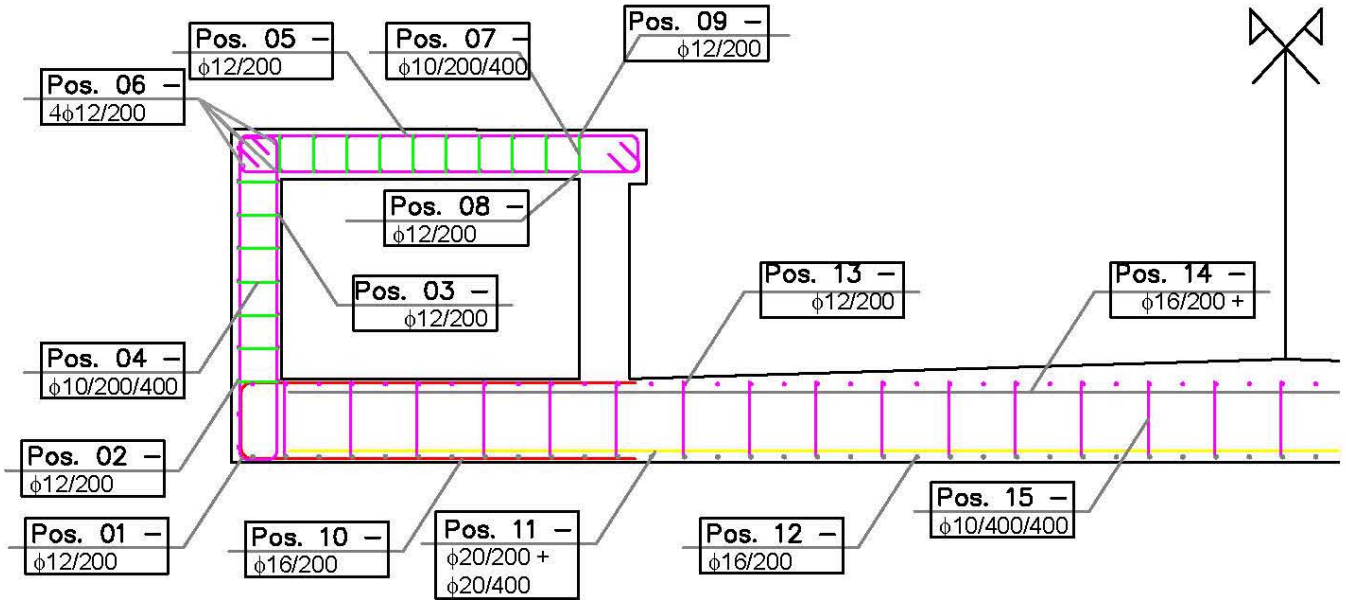


Figura 12: Schema indicativo armature

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo solettone | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO TR0400 001 | REV. A | FOGLIO 25 di 25 |

11.1 SOLETTA CON SCATOLARE

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione trasversale

Superiore: $\Phi 16/200\text{mm}$;

Inferiore: $\Phi 20/200\text{mm} + \Phi 20/400\text{mm}$

Armatura a taglio: $\Phi 10/400 \times 400$

Armatura a "U" d'estremità: $\Phi 16/200\text{mm}$

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione longitudinale

Superiore: $\Phi 12/200\text{mm}$;

Inferiore: $\Phi 16/200\text{mm}$

PIEDRITTI SCATOLARE: Armatura in direzione trasversale

Esterna: $\Phi 12/200\text{mm}$

Interna: $\Phi 12/200\text{mm}$

Armatura a taglio: $\Phi 10/200 \times 400$

PIEDRITTI SCATOLARE: Armatura in direzione longitudinale

Esterna: $\Phi 12/200\text{mm}$

Interna: $\Phi 12/200\text{mm}$

SOLETTA SCATOLARE: Armatura in direzione trasversale

Esterna: $\Phi 12/200\text{mm}$

Interna: $\Phi 12/200\text{mm}$

Armatura a taglio: $\Phi 10/200 \times 400$

SOLETTA SCATOLARE: Armatura in direzione longitudinale

Esterna: $\Phi 12/200\text{mm}$

Interna: $\Phi 12/200\text{mm}$

| TR04 | | |
|-----------------------|-----|-------------------|
| INCIDENZE | | |
| <i>PIEDRITTI SCAT</i> | 145 | kg/m ³ |
| <i>SOLETTA SCAT</i> | 110 | kg/m ³ |
| <i>PLATEA</i> | 110 | kg/m ³ |
| <i>MEDIA</i> | 110 | kg/m ³ |