

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. IACOPPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO**

RELAZIONE

IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9

Relazione di calcolo

| | | |
|---|--|--------|
| APPALTATORE | | SCALA: |
| IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI | | - |

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

I F 2 R 3 2 E Z Z C L I N 2 2 0 0 0 0 1 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|-------------------------|-----------|----------|------------|----------|-----------|----------|--|
| A | EMISSIONE | M. Marras | 29/06/21 | D. Maturi | 30/06/21 | M. Nuti | 30/06/21 | IL PROGETTISTA P. Cucino |
| B | REVISIONE A SEGUITO RDV | M. Marras | 30/10/21 | D. Maturi | 30/10/21 | M. Nuti | 30/10/21 | Dotting. PAOLO CUCINO ISCRIZIONE ALBO N° 2216 30/10/21 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Dotting. PAOLO CUCINO
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

File: IF2R.3.2.E.ZZ.CL.IN.22.0.0.001.B.doc

n. Elab.:

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 2 di 119 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 6 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 7 |
| 2.1 | ELABORATI DI RIFERIMENTO..... | 7 |
| 3 | MATERIALI..... | 8 |
| 3.1 | CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI..... | 8 |
| 3.2 | CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE ED ELEVAZIONI (C 32/40)..... | 10 |
| 3.3 | CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).. | 11 |
| 3.4 | ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C)..... | 11 |
| 3.5 | VERIFICHE ALLE TENSIONI..... | 13 |
| 3.6 | VERIFICHE A FESSURAZIONE..... | 13 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 15 |
| 4.1 | ITERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE..... | 15 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE SISMICA..... | 17 |
| 5.1 | VITA NOMINALE E CLASSE D'USO..... | 17 |
| 5.2 | PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA..... | 17 |
| 6 | SOFTWARE DI CALCOLO..... | 20 |
| 6.1 | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ADOTTATI..... | 20 |
| 6.2 | UNITÀ DI MISURA..... | 20 |
| 6.3 | GRADO DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE..... | 20 |
| 6.4 | VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO..... | 20 |
| 6.5 | CARATTERISTICHE DELL'ELABORAZIONE..... | 21 |
| 6.6 | GIUDIZIO FINALE SULLA ACCETTABILITÀ DEI CALCOLI..... | 21 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 3 di 119 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.7 | PROGRAMMI DI SERVIZIO | 21 |
| 7 | COMBINAZIONI DI CARICO | 22 |
| 8 | TOMBINO Ø1500..... | 26 |
| 8.1 | GEOMETRIA..... | 26 |
| 8.2 | MODELLO DI CALCOLO | 27 |
| 8.2.1 | <i>Valutazione della rigidezza delle molle</i> | <i>27</i> |
| 8.3 | ANALISI DEI CARICHI | 29 |
| 8.3.1 | <i>Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati.....</i> | <i>29</i> |
| 8.3.2 | <i>Spinta in presenza di falda.....</i> | <i>30</i> |
| 8.3.3 | <i>Spinta del terreno sulle pareti.....</i> | <i>30</i> |
| 8.3.4 | <i>Treni di carico</i> | <i>31</i> |
| 8.3.5 | <i>Spinta del terreno indotta dai treni di carico</i> | <i>33</i> |
| 8.3.6 | <i>Avviamento e frenatura.....</i> | <i>34</i> |
| 8.3.7 | <i>Serpeggio e centrifuga.....</i> | <i>35</i> |
| 8.3.8 | <i>Ritiro differenziale della soletta di copertura.....</i> | <i>35</i> |
| 8.3.9 | <i>Azione Termica</i> | <i>38</i> |
| 8.3.10 | <i>Azione sismica inerziale.....</i> | <i>38</i> |
| 8.4 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI..... | 41 |
| 8.5 | VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A..... | 45 |
| 8.5.1 | <i>Verifica soletta inferiore</i> | <i>47</i> |
| 8.5.2 | <i>Verifica soletta SUPERIORE</i> | <i>51</i> |
| 8.5.3 | <i>Verifica piedritti</i> | <i>55</i> |
| 8.6 | TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI | 60 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 4 di 119 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| 8.7 | VERIFICA FONDAZIONE | 60 |
| 8.7.1 | Verifica portanza | 60 |
| 9 | SEZIONE AD U DI IMBOCCO | 66 |
| 9.1 | GEOMETRIA | 66 |
| 9.2 | MODELLO DI CALCOLO | 66 |
| 9.3 | ANALISI DEI CARICHI | 68 |
| 9.4 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI | 73 |
| 9.5 | VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A. | 77 |
| 10 | POZZETTO 3 M X 3.3 M | 88 |
| 10.1 | GEOMETRIA | 88 |
| 10.2 | MODELLO DI CALCOLO | 90 |
| 10.2.1 | Valutazione della rigidezza delle molle | 91 |
| 10.3 | ANALISI DEI CARICHI | 92 |
| 10.3.1 | Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati | 92 |
| 10.3.2 | Spinta in presenza di falda | 93 |
| 10.3.3 | Spinta del terreno sulle pareti | 93 |
| 10.3.4 | Azione Termica | 95 |
| 10.3.5 | Azione sismica inerziale | 95 |
| 10.4 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI | 98 |
| 10.5 | VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A. | 107 |
| 10.5.1 | Verifica piedritti | 109 |
| 10.6 | TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI | 113 |
| 10.7 | VERIFICA FONDAZIONE | 114 |

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>5 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 5 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 5 di 119 | | | | | | | | |

10.7.1 Verifica portanza..... 114

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 6 di 119 |

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello–Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

L'opera consiste in uno scatolare in c.a. gettato in opera e vasche di imbocco.

Per il tratto costituito da un tubo Ø1500 la sezione trasversale di calcolo può essere considerata, a favore di sicurezza, come una sezione scatolare di larghezza interna di $L_{int} = 1.72$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 1.72$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.35$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.35$ m e lo spessore della soletta di copertura è di $S_s = 0.30$ m.

Tra i pozzetti presenti è stato verificato quello con maggiore altezza dei piedritti; la sezione trasversale ha larghezza interna di $L_{int} = 2.20$ m (lato maggiore) e $L_{int} = 2.50$ m (lato minore) ed un'altezza netta di $H_{int} = 3.40$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.40$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.40$ m.

Nell'immagine seguente si riportano una sezione trasversale e longitudinale dell'opera.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

La verifica strutturale è eseguita, a favore di sicurezza, sul tratto sottostante la ferrovia ed i risultati estesi al tratto sotto la viabilità che ha carichi mobili di entità inferiore.

A favore di sicurezza nel modello di calcolo si considera una sezione scatolare con gli spessori degli elementi pari al minimo valore della sezione.

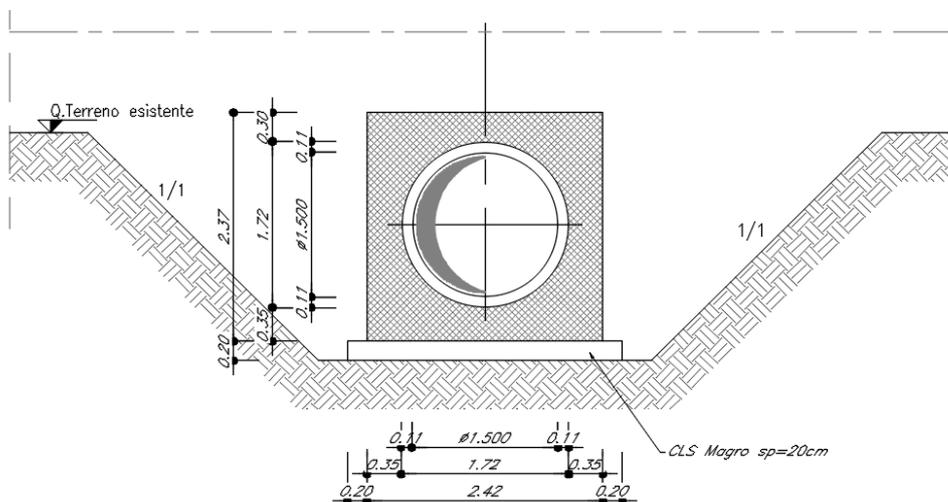


Figure 1 – Sezione trasversale dell'opera tubo Ø1500

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 7 di 119 |

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «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] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- 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] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **ELABORATI DI RIFERIMENTO**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|----------|---------------|-------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. FOGLIO |
| | | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B 8 di 119 |

3 MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Soletta di Fondazione: XA1;
- Elevazioni: XC4;

| Classe esposizione norma UNI 9658 | Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1 | Descrizione dell'ambiente | Esempio | Massimo rapporto a/c | Minima Classe di resistenza | Contenuto minimo in aria (%) |
|---|---|--|--|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 Assenza di rischio di corrosione o attacco | | | | | | |
| 1 | X0 | Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto. | Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad avariosa, gelo o attacco chimico. | - | C 12/15 | |
| 2 Corrosione indotta da carbonatazione | | | | | | |
| Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coprire o nel ricoperto di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente. | | | | | | |
| 2 a | XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato. | Interno di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensazione, o immerse in acqua. Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. | 0,60 | C 25/30 | |
| 2 a | XC2 | Bagnato, raramente asciutto. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo. | 0,60 | C 25/30 | |
| 5 a | XC3 | Umidità moderata. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta. | 0,55 | C 28/35 | |
| 4 a 5 b | XC4 | Ciclicamente asciutto e bagnato. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2. | 0,50 | C 32/40 | |
| 3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare | | | | | | |
| 5 a | XD1 | Umidità moderata. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri. | 0,55 | C 28/35 | |
| 4 a 5 b | XD2 | Bagnato, raramente asciutto. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine). | 0,50 | C 32/40 | |
| 5 c | XD3 | Ciclicamente bagnato e asciutto. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto. | 0,45 | C 35/45 | |

| Classe esposizione norma UNI 9658 | Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1 | Descrizione dell'ambiente | Esempio | Massimo rapporto a/c | Minima Classe di resistenza | Contenuto minimo in aria (%) |
|---|---|--|--|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare | | | | | | |
| 4 a 5 b | XS1 | Esposto alla salssedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità. | 0,50 | C 32/40 | |
| | XS2 | Permanentemente sommerso. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua. | 0,45 | C 35/45 | |
| | XS3 | Zone esposte agli spruzzi o alle maree. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battaglia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare. | 0,45 | C 35/45 | |
| 5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti * | | | | | | |
| 2 b | XF1 | Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante. | Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua. | 0,50 | C 32/40 | |
| 3 | XF2 | Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante. | Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti. | 0,50 | C 25/30 | 3,0 |
| 2 b | XF3 | Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante. | Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo; elementi esposti a frequenti bagnature ed esposti al gelo. | 0,50 | C 25/30 | 3,0 |
| 3 | XF4 | Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acque di mare. | Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo; ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare. | 0,45 | C 28/35 | 3,0 |
| 6 Attacco chimico ** | | | | | | |
| 5 a | XA1 | Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Contentori di fanghi e vasche di decantazione. Contentori e vasche per acque reflue. | 0,55 | C 28/35 | |
| 4 a 5 b | XA2 | Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi. | 0,50 | C 32/40 | |
| 5 c | XA3 | Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali. | 0,45 | C 35/45 | |

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 9 di 119 |

M.

UNI 11104:2004

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

| | Classi di esposizione | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------|--------|------------------------------------|--|--------|--------|----------------------------------|-------|---|-------|--|-------|-------|-----|
| | Nessun rischio di corrosione dell'armatura | Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione | | | | Corrosione delle armature indotta da cloruri | | | Attacco da cicli di gelo/disgelo | | | | Ambiente aggressivo per attacco chimico | | | |
| | | Acqua di mare | | | Cloruri provenienti da altre fonti | | | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 | XA1 | XA2 | XA3 | | |
| X0 | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XS1 | XS2 | XS3 | | | | | | | | XD1 | XD2 |
| Massimo rapporto <i>a/c</i> | - | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | |
| Minima classe di resistenza ¹⁾ | C12/15 | C25/30 | C28/35 | C32/40 | C32/40 | C35/45 | C28/35 | C32/40 | C35/45 | 32/40 | 25/30 | 28/35 | 28,35 | 32/40 | 35/45 | |
| Minimo contenuto in cemento (kg/m ³) | - | 300 | 320 | 340 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | |
| Contenuto minimo in aria (%) | | | | | | | | | | | 3,0 ²⁾ | | | | | |
| Altri requisiti | | | | | | | | | | | Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo | | È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ³⁾ | | | |

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.

b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferrini minimi espressi in mm

- Soletta di fondazione: 50 mm
- Elevazioni: 40 mm

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 10 di 119 |

3.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE ED ELEVAZIONI (C 32/40)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg: - -

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 41.2 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 3.10 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.17 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.7 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.6 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 18.8 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.45 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd f} = 1.74 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 33643 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 14018 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>11 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 11 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 11 di 119 | | | | | | | | |

$$f_{bd} = \boxed{3.25} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = \boxed{13.28} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = \boxed{18.26} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.3 CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{15} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{12.5} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

3.4 ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C)

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al 5\%})$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al 5\%})$$

Fattore di sovrarresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk} / f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \epsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \boxed{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 12 di 119 |

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa } (f_{yk}/\gamma_s)$$

Modulo di elasticità :

$$E_r = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 13 di 119 |

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

3.5 VERIFICHE ALLE TENSIONI

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "RFI DTC SI PS MA IFS 001 D Manuale di Progettazione Delle Opere Civili Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture" che ne risulta l'aggiornamento (Vedi cap. 2.5 manuale), ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

3.6 VERIFICHE A FESSURAZIONE

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

| Gruppi di esigenza | Condizioni ambientali | Combinazione di azione | Armatura | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | | Sensibile | | Poco sensibile | |
| | | | Stato limite | wd | Stato limite | wd |
| a | Ordinarie | frequente | ap. fessure | ≤w ₂ | ap. fessure | ≤w ₃ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | ≤w ₁ | ap. fessure | ≤w ₂ |
| b | Aggressive | frequente | ap. fessure | ≤w ₁ | ap. fessure | ≤w ₂ |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 14 di 119 |

| | | | | | | |
|---|------------------|------------------|--------------------|---|-------------|-----------------|
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | ≤w ₁ |
| c | Molto Aggressive | frequente | formazione fessure | - | ap. fessure | ≤w ₁ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | ≤w ₁ |

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad w_2 = 0.3 \text{ mm} \quad w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 15 di 119 |

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera, è trattato diffusamente nelle relazioni generali delle opere all'aperto dei sub-lotti 1, 2 e 3.

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge che il volume di terreno direttamente interagente con l'opera ha le seguenti proprietà:

| Unità | z | γ | c' | φ | C_u | Vs | G_0 | v | $E_{ope} = E_0/5$ | Z_{falda} |
|-------|----------|----------------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----|-------------------|-------------|
| (-) | (m) | (kN/m ³) | (kPa) | (°) | (kPa) | (m/s) | (Mpa) | (-) | (Mpa) | (m) |
| Ril | - | 20 | 0 | 38 | 0 | 250 | 130 | 0.2 | 70 | 24.8 |
| bc2 | 0.0-5.8 | 19.5 | 0 | 33 | 0 | 250 | 130 | 0.3 | 70 | |
| bn1 | 5.8-15.0 | 20 | 0 | 39 | 0 | 600 | 720 | 0.3 | 390 | |

Si considera la fondazione all'interno dello strato "bc2".

Il terreno di ricoprimento è invece costituito dal riporto stradale avente le seguenti proprietà:

Terreno di Rinfiaccio e di Ricoprimento: Terreno da rilevato

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| $\gamma_{nat} = 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 38^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |

Infine, il livello di falda, dal profilo geotecnico locale si evince che la superficie piezometrica non influenza il regime di spinta sull'opera (-24.8m dal p.c.).

4.1 ITERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 16 di 119 |

– c_t = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):

$$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B) \quad \text{rettangolare con } L / B \leq 10$$

$$c_t = 2 + 0.0089 (L / B) \quad \text{rettangolare con } L / B > 10$$

- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento, pertanto si ottiene:

- $k_w = E / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t]$

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$$E = 350000 \text{ kN/m}^2$$

$$\nu = 0.3$$

$$B = 2.4 \text{ m}$$

$$L = 22.0 \text{ m}$$

$$L/B = 9.09$$

$$c_t = 2.03$$

$$K_w = 78227 \text{ kN/m}^3$$

Cautelativamente si limita, ai fini del calcolo, il valore della costante di sottofondo a circa 78000 kN/m^3 .

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 17 di 119 |

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 2008.

5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 18 di 119 |

Ricerca per comune

REGIONE: Campania PROVINCIA: Benevento COMUNE: Ponte

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - T_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Stati limite di esercizio - SLE | $\xi_{LO} - P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
| | $\xi_{LD} - P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | $\xi_{LV} - P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| | $\xi_{LC} - P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

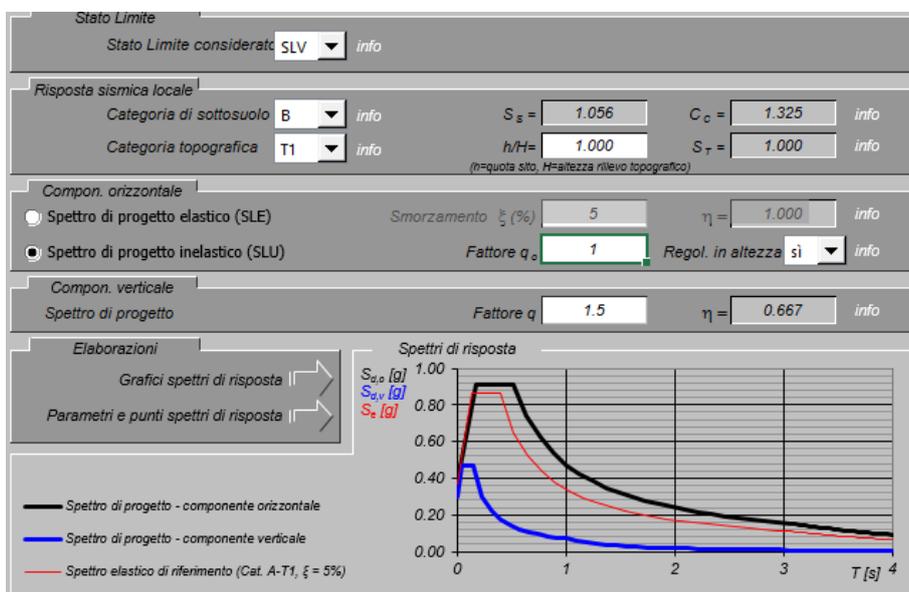
Elaborazioni
 Grafici parametri azione
 Grafici spettri di risposta
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie
 ---□--- Strategia scelta

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 19 di 119 |



Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.367 g |
| F_o | 2.347 |
| T_C^* | 0.395 s |
| S_S | 1.056 |
| C_C | 1.325 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.056 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.174 s |
| T_C | 0.523 s |
| T_D | 3.067 s |

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 20 di 119 |

6 SOFTWARE DI CALCOLO

6.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ADOTTATI

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il Sap 2000 v.22 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc.1995 University Ave. Berkeley. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse. I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

6.2 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza $1 \text{ kN} = 100 \text{ kg}$

6.3 GRADO DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE

L'affidabilità del codice di calcolo e' garantita dall'esistenza di un ampia documentazione di supporto. E' possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

6.4 VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO

Il modello di calcolo adottato e' da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura dà origine a sollecitazioni simmetriche.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 21 di 119 |

6.5 CARATTERISTICHE DELL'ELABORAZIONE

Tutte le analisi strutturali sono state eseguite su di una workstation dedicata avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tipo Intel i5
- Memoria centrale 16 Gb;
- Lunghezza in bit della parola 64 bit;
- Memoria di massa 1 Hard disk da 500 Gb.

6.6 GIUDIZIO FINALE SULLA ACCETTABILITÀ DEI CALCOLI

Si ritiene che i risultati ottenuti dalla elaborazione siano accettabili e che le ipotesi poste alla base della formulazione del modello matematico siano valide come dimostrato dal comportamento dei materiali.

All'interno del pacchetto Sap 2000 sono inoltre presente una serie di test per il benchmark del solutore, che consentono di comprovare l'affidabilità del codice di calcolo e paragonare risultati ottenuti con le soluzioni esatte.

6.7 PROGRAMMI DI SERVIZIO

Per le verifiche delle sezioni si adotta il programma: "RC-SEC" – Autore GEOSTRU Software. ANALISI DEI CARICHI E FASI

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 22 di 119 |

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare, nel calcolo della struttura scatolare, si è fatto riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (Approccio 2) per le verifiche strutturali e geotecniche.

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

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 23 di 119 |

| | | 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

| | | | | | | |
|--|---|--|-------------|-------------------------|--------|------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 24 di 119 |

| 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 | gr_1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr_2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | gr_3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr_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 |

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2 = 0.2$ coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Tabella 2 – Riepilogo condizioni di carico

| Tipo Carico | Abbreviazione |
|-----------------------------------|---------------|
| Peso proprio | DEAD |
| Carichi permanenti | PERM |
| Falda | FALDA |
| Spinta terreno sinistra | STS |
| Spinta terreno destra | STD |
| Carico Ferroviario Centrato | TRM |
| Carico Ferroviario Laterale | TRV |
| Sovraccarico accidentale sinistra | SAS |
| Sovraccarico accidentale destra | SAD |
| Traffico Stradale | TRAF |
| Ritiro | RIT |
| Variazione termica | ΔT |
| Avviamento e frenatura | AVV |
| Azione sismica orizzontale | E_H |
| Azione sismica verticale | E_V |

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione $\gamma \cdot \psi$. Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 25 di 119 |

Tabella 3 - Combinazioni di carico

| COMB | DEAD | STS | STD | RIT | ΔT | PERM | FALDA | TRM | TRV | SAS | SAD | TRAF | AVV | E _H | E _V |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|----------------|----------------|
| n° 1 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 1.50 | 1.50 | - | - | - | - | - | - | | - | - |
| n° 2 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 1.50 | 1.50 | - | | | | | | | | |
| n° 3 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 1.50 | 1.50 | | | | | | | | | |
| n° 04 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | - | - | - | - | - | | - | - |
| n° 05 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | | | | | | | | |
| n° 06 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | | | | | | | | |
| n° 07 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | - | 1.45 | 1.45 | - | 1.45 | - | - |
| n° 08 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | - | 1.45 | 1.45 | | 1.45 | | |
| n° 09 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | - | 1.45 | 1.45 | | 1.45 | | |
| n° 10 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | - | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.01 | 1.45 | - | - |
| n° 11 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | - | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.01 | 1.45 | | |
| n° 12 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | - | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.01 | 1.45 | | |
| n° 13 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | - | 1.45 | - | 1.01 | 1.45 | - | - |
| n° 14 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | - | 1.45 | - | 1.01 | 1.45 | - | - |
| n° 15 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.45 | - | 1.45 | - | 1.01 | 1.45 | - | - |
| n° 16 SLU - SISMICA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | - | 0.20 | - | - | 0.20 | 1.00 | 0.30 |
| n° 17 SLU - SISMICA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | - | 0.20 | - | - | 0.20 | 1.00 | -0.30 |
| n° 18 SLU - SISMICA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | - | 0.20 | - | 0.20 | - | - | 0.20 | 1.00 | 0.30 |
| n° 19 SLU - SISMICA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | - | 0.20 | - | 0.20 | - | - | 0.20 | 1.00 | -0.30 |
| GEO | 1.00 | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.30 | 1.00 | 1.25 | - | 1.25 | - | - | 1.25 | - | - |
| GEO - SISMICA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | | 0.20 | | | 0.20 | 1.00 | 0.30 |
| SLE - Q.P. | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | - | 0.00 | - | - | 0.00 | - | - |
| SLE - Frequente | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.80 | - | 0.80 | - | - | 0.80 | - | - |
| SLE - Rara | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | - | - | 1.00 | - | - |

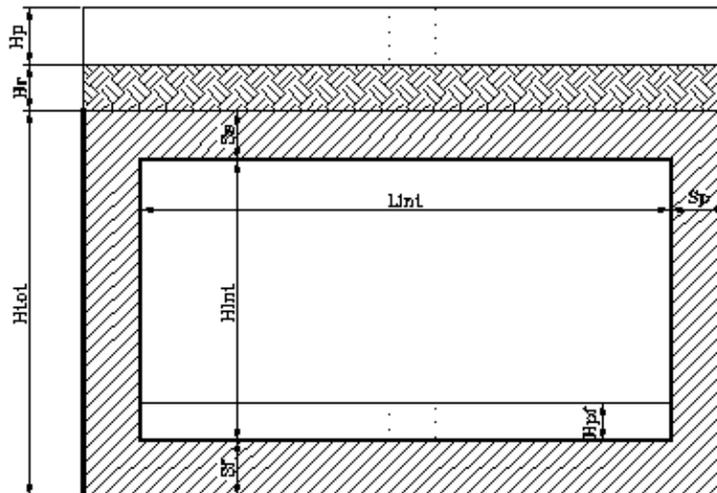
| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 26 di 119 |

8 TOMBINO Ø1500

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 1.72$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 1.72$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.35$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.35$ m e lo spessore della soletta di copertura è di $S_s = 0.30$ m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m.

8.1 GEOMETRIA



| DATI GEOMETRICI | | | |
|-------------------------------|-------------|--------|------|
| Grandezza | Simbolo | Valore | U.M. |
| larghezza totale scatolare | L_{tot} | 2.42 | m |
| larghezza utile scatolare | L_{int} | 1.72 | m |
| larghezza interasse | L_a | 2.07 | m |
| spessore soletta superiore | S_s | 0.30 | m |
| spessore piedritti | S_p | 0.35 | m |
| spessore fondazione | S_f | 0.35 | m |
| altezza totale scatolare | H_{tot} | 2.37 | m |
| altezza libera scatolare | H_{int} | 1.72 | m |
| | | | m |
| spessore ballast | $H_{p\sup}$ | 0.80 | m |
| ricoprimento | $H_{R\sup}$ | 0.50 | m |
| spessore pacchetto interno | $H_{p\inf}$ | | m |
| spessore ricoprimento interno | $H_{R\inf}$ | | m |

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 27 di 119 |

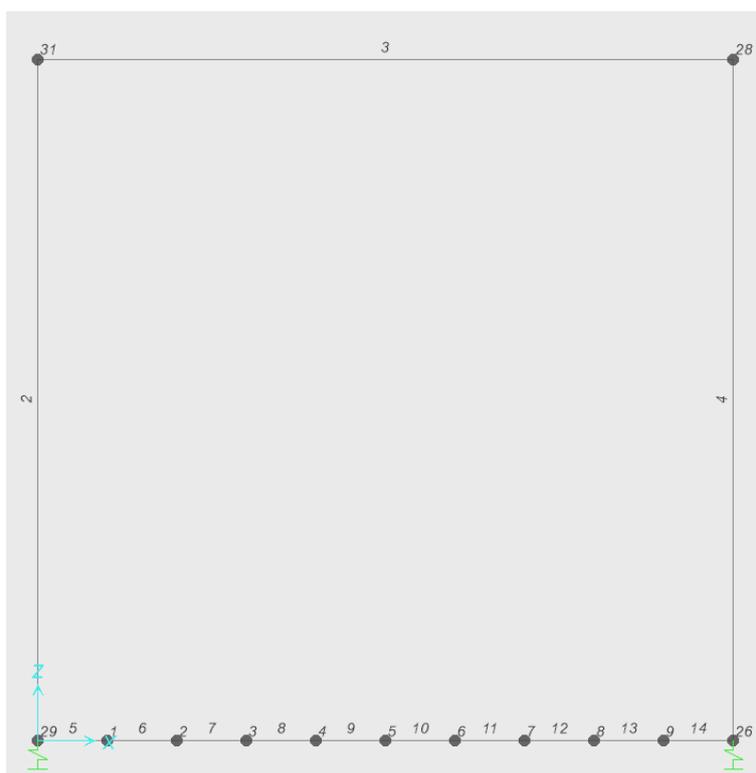
8.2 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.



Numerazioni aste e nodi

8.2.1 Valutazione della rigidezza delle molle

Si considera lo scatolare appoggiato su di un letto di molle (schematizzazione alla Winkler) assegnando alle aste di fondazione del modello un valore di "linear spring" pari a $K = 78000 \text{ kN/mc}$ in funzione dell'interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

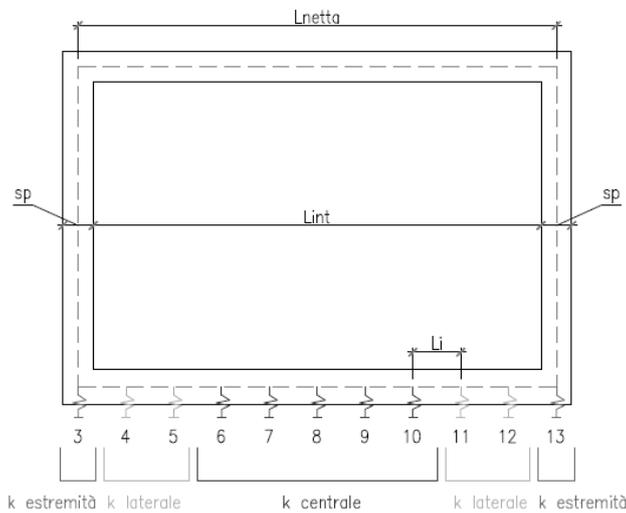
| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 28 di 119 |

Interasse molle $i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2)/10$ [m]

Molle centrali $k_1 = k * i$ [kN/m]

Molle intermedie $k_2 = 1.5 * k * i$ [kN/m]

Molle laterali $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2)$ [kN/m]



| | | |
|------------------------|--------------|-------------------------|
| i | 0.21 | m |
| Molle centrali | 16146 | kN/m³ |
| Molle laterali | 24219 | kN/m³ |
| Molle estremità | 43446 | kN/m³ |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 29 di 119 |

8.3 ANALISI DEI CARICHI

8.3.1 *Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati*

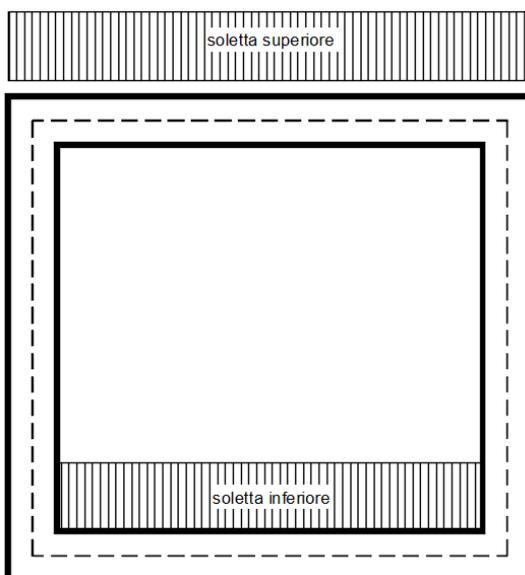
| | | |
|--------------------------|----------------|-----------|
| <u>Soletta superiore</u> | - Peso proprio | 7.50 kN/m |
| | - Totale | 7.50 kN/m |

| | | |
|--|-------------------------------|------------|
| | - Peso Ballast | 14.40 kN/m |
| | - Peso ricoprimento ... 50 cm | 10.00 kN/m |
| | - Totale | 24.40 kN/m |

| | | |
|--------------------------|----------------|-----------|
| <u>Soletta inferiore</u> | - Peso proprio | 8.75 kN/m |
| | - Totale | 8.75 kN/m |

| | | |
|--|-------------------------------------|-----------|
| | - Peso pacchetto interno 0 cm | 0.00 kN/m |
| | - Peso terreno ricoprimento interno | 0.00 kN/m |
| | - Totale | 0.00 kN/m |

| | | |
|------------------|----------------|-----------|
| <u>Piedritti</u> | - Peso proprio | 8.75 kN/m |
| | - Totale | 8.75 kN/m |



| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 30 di 119 |

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 4.27 kN.

8.3.2 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

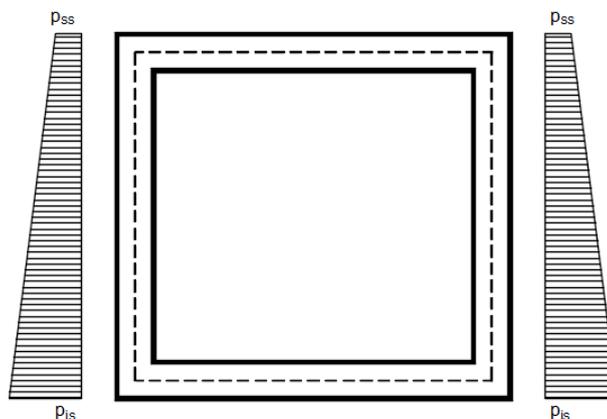
L'opera non è interessata dalla falda.

8.3.3 Spinta del terreno sulle pareti

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\phi = 38^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidità dello scatolare, utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin\phi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0 = 0.38$. Le spinte in asse soletta superiore ed asse soletta inferiore valgono:

$$p_{\text{ss}} = K_0 \cdot (H_r + H_{\text{psup}} + S_s/2) \cdot \gamma = 11.1 \text{ kN/m}$$

$$p_{\text{is}} = p_{\text{ss}} + K_0 \cdot \gamma \cdot (S_s/2 + H_{\text{int}} + S_f/2) = 26.9 \text{ kN/m}$$



Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto e soletta superiore con valore pari a 1.59 kN ed inferiore con valore pari a 4.82 kN.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 31 di 119 |

8.3.4 Treni di carico

8.3.4.1 Treno di carico LM71

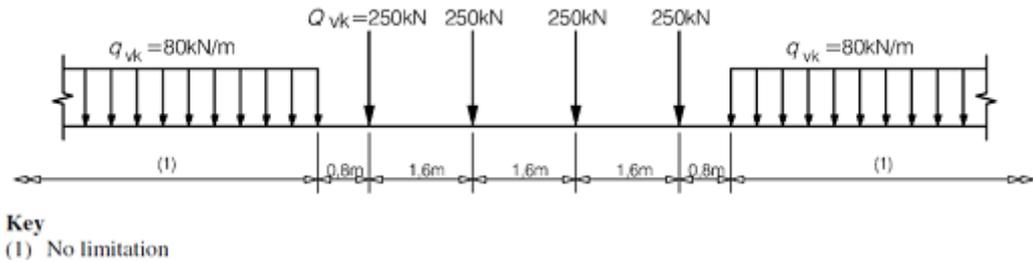


Fig. 1 – Load model 71 (al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003)

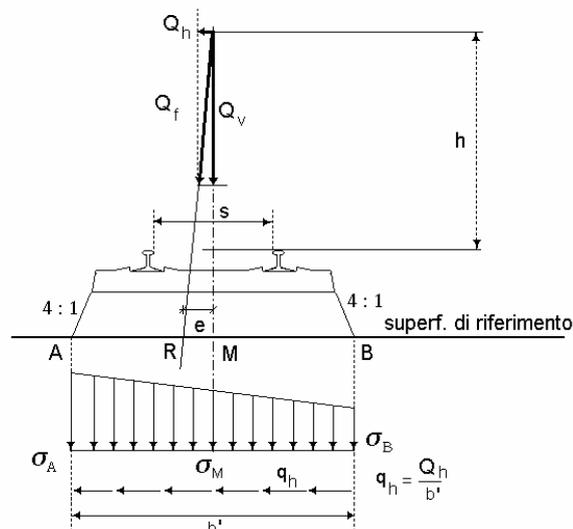
α = coefficiente di adattamento = 1.10

Per il calcolo del coefficiente dinamico, si fa riferimento invece alle indicazioni di cui al par. 1.4.2.5, considerando il caso di Linee con “Normale Standard Manutentivo” ovvero al coefficiente ϕ_3 .

Per il caso delle solette di scatolare, dalla Tab 1.4.5.3-1, punto 5.4 (per sottovia di altezza libera minore o uguale di 5m) risulta: $\phi_3 = 1.35$.

Il sovraccarico ferroviario si diffonde attraverso il ballast con pendenza 4:1, poi nel ricoprimento con pendenza a 38° (pari all'angolo di attrito del ricoprimento) e con la pendenza a 45° all'interno del cls per cui la lunghezza di diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta pari a:

$$L_{\text{trasv}} = 2.4 + [0.35/4 + H_{\text{rsup}} \cdot \tan(38^\circ) + S_s/2] \cdot 2 = 3.66 \text{ m}$$



| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 32 di 119 |

In senso longitudinale si è assunto che il carico si distribuisce su una lunghezza pari a $L_{long} = 6.06$ m.

Pertanto il carico ripartito dovuto ai treni LM 71 risulta:

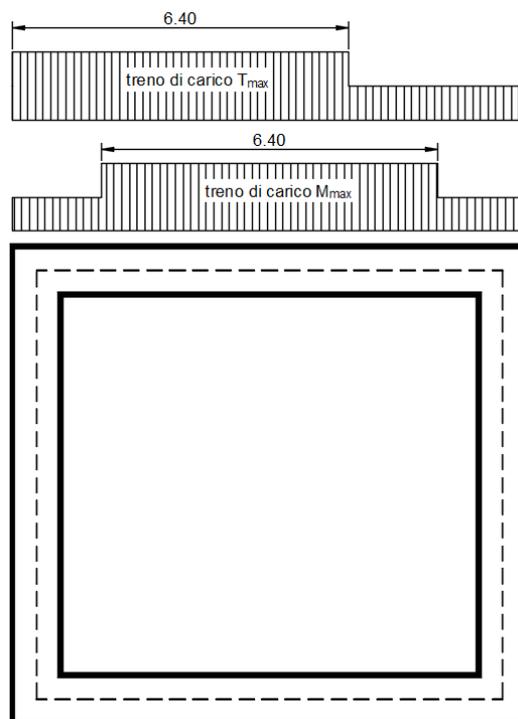
- Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate

$$= 4 * 250 * 1.1 * \Phi_3 / (L_{trav} * L_{long}) = 67.06 \text{ kN/m}^2$$

- Carico ripartito prodotto dal carico distribuito (80 kN/m*2)

$$= 80 * 1.1 * \Phi_3 / L_{trav} = 32.49 \text{ kN/m}^2$$

Le distribuzioni del sovraccarico ferroviario considerate al di sopra della copertura, sono quelle in grado di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti.



Per tenere in conto i carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 11.74 kN.

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 33 di 119 |

8.3.5 Spinta del terreno indotta dai treni di carico

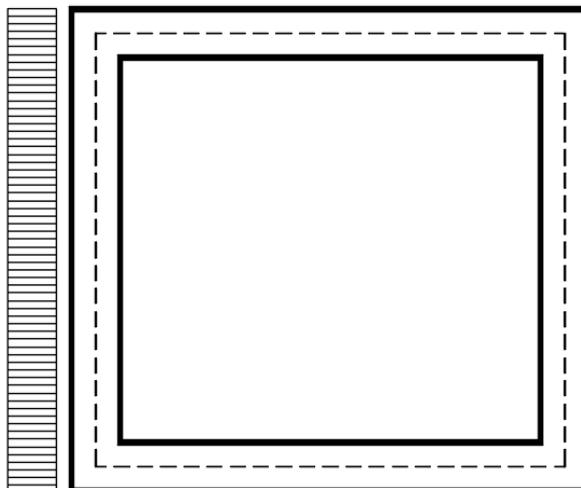
Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 38^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidezza dello scatolare, utilizzando la formula $K_0=1-\sin\varphi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0 = 0.38$. La pressione del terreno sui piedritti ed indotta dai treni di carico viaggianti su due linee adiacenti verrà calcolata secondo la formula $P = q * K_0$

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate (vedi considerazioni di cui al paragrafo precedente)

$$q * K_0 = 25.78 \text{ kN/m}^2$$

La spinta del terreno viene analizzata in due diverse condizioni

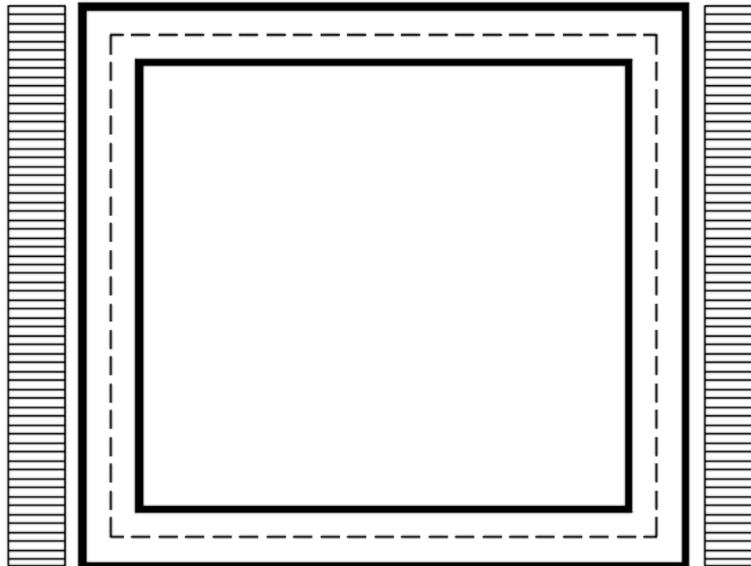
- a) Spinta sul piedritto sinistro



Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta superiore con valore pari a 3.87 kN ed inferiore con valore pari a 4.51 kN.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 34 di 119 |

b) Spinta su entrambi i piedritti



Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritti e soletta superiore con valore pari a 3.87 kN ed inferiore con valore pari a 4.51 kN.

8.3.6 Avviamento e frenatura

avviamento: $Q_{lak} = 33 \text{ [kN/m]} * L[m] < 1000 \text{ kN}$ per modelli di carico LM 71 e SW/0 e SW/2

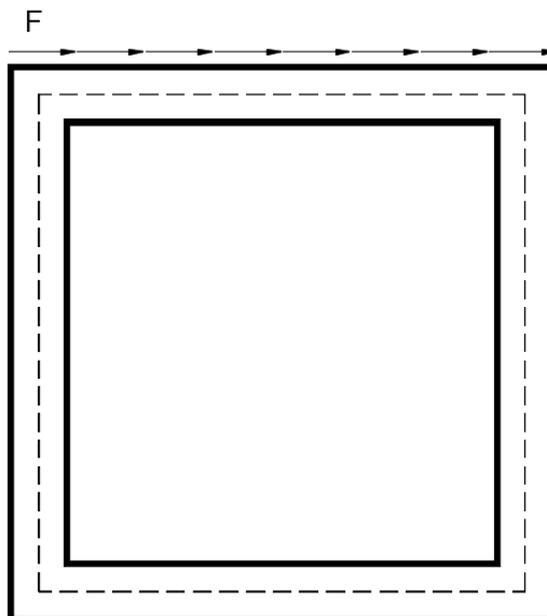
frenatura: $Q_{lbk} = 20 \text{ [kN/m]} * L[m] < 6000 \text{ kN}$ per modelli di carico LM 71 e SW/0

$Q_{lbk} = 35 \text{ [kN/m]} * L[m]$ per modelli di carico SW/2

La forza di frenatura, per metro lineare, applicata alla soletta di copertura si ritiene uniformemente agente sulla larghezza ottenuta per diffusione dei carichi verticali sino al baricentro della soletta e vale:

$$F = \alpha \cdot Q_{lak} / L_{trasv} = 9.9 \text{ kN/m}$$

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 35 di 119 |



Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritti e soletta superiore con valore pari a 1.74 kN.

8.3.7 Serpeggio e centrifuga

Tali carichi vengono trascurati perché non determinanti per il dimensionamento trasversale dell'opera.

8.3.8 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Si considera una variazione termica uniforme equivalente sulla soletta superiore come da calcolo seguente. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni dell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 36 di 119 |

Cl_s a t=0

| | | | | |
|-----------------|---|---------|-------------------|---|
| R _{ck} | = | 40 | N/mm ² | Resistenza a compressions cubica caratteristica |
| f _{ck} | = | 33.2 | N/mm ² | Resistenza a compressions cilindrica caratteristica |
| f _{cm} | = | 41.2 | N/mm ² | Resistenza a compressions cilindrica media |
| α | = | 1.0E-05 | | |
| E _{cm} | = | 33643 | N/mm ² | Modulo elastico secante medio |

Tempo e ambiente

| | | | | |
|------------------------------------|---|--------|-----------------|--|
| t _s | = | 2 | gg | età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento |
| t ₀ | = | 2 | gg | età del calcestruzzo in giorni al momento del carico |
| t | = | 25550 | gg | età del calcestruzzo in giorni |
| h ₀ =2A _c /u | = | 600 | mm | dimensione fittizia dell'elemento di sezione dell'elemento |
| A _c | = | 300000 | mm ² | sezione dell'elemento |
| u | = | 1000 | mm | perimetro a contatto con l'atmosfera |
| RH | = | 75 | % | umidità relativa percentuale |

Coefficiente di viscosità φ(t,t₀) e modulo elastico EC_t a tempo "t"

| | | |
|--|--------|--|
| φ(t, t ₀) = φ ₀ β _c (t, t ₀) = | 1.982 | |
| φ ₀ = φ RH β _c (f _{cm}) β _c (t ₀) = | 127.48 | coeff nominale di viscosità |
| φ _{RH} = 1 + $\left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt[3]{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 =$ | 1.256 | coeff che tiene conto dell'umidità |
| α ₁ = $\begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$ | 0.892 | coeff per la resistenza del cls |
| α ₂ = $\begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$ | 0.968 | coeff per la resistenza del cls |
| β _c (f _{cm}) = $\frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} =$ | 2.617 | coeff che tiene conto della resistenza del cls |
| β _c (t ₀) = $\frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} =$ | 0.649 | coeff. per l'evoluzioni della viscosità nel tempo |
| t _o = t ₀ $\left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$ | 6.19 | coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo |
| α = | 1 | coeff per il tipo di cemento (-1 per classe S, 0 per classe N, 1 per classe R) |

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL IN.22.0.0.001 B 37 di 119 |

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 0.984 \text{ coeff per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\beta_H = 1.5[1 + (0.012 RH)^{1.8}] h_0 + 250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3 = 1382.5 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità relativa}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.922 \text{ coeff per la resistenza del calcestruzzo}$$

Il modulo elastico a tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11281951 \text{ kN/m}^2$$

Deformazioni di ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000343 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{ca,0} = 0.000285 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.977507$$

$$K_h = 0.7 \text{ parametro che dipende da } h_0 \text{ secondo il prospetto seguente}$$

Valori di K_h

| h_0 | K_h |
|-------|-------|
| 100 | 1,0 |
| 200 | 0,85 |
| 300 | 0,75 |
| ≥500 | 0,70 |

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare

$$\varepsilon_{ca,0} = 0.85 \left[(200 + 100 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000416$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 0.896094$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ Mpa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 6 \text{ coeff per il tipo di cemento (3 per classe S, 4 per classe N, 6 per classe R)}$$

$$\alpha_{ds2} = 0.11 \text{ coeff per il tipo di cemento (0.13 per classe S, 0.12 per classe N, 0.11 per classe R)}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,0} = 0.000058 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{ca,0} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.000058$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) E_{cm} \alpha} = -11.50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 38 di 119 |

8.3.9 Azione Termica

Si applica ai piedritti ed alla soletta superiore una variazione termica di +/-15°C.

8.3.10 Azione sismica inerziale

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

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.367 g$.

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

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

dove assumendo un terreno di tipo **B** ed in base al fattore di amplificazione del sito si ottiene:

$S_s = 1.056$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T = 1$ Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.056 * 1 * 0.367 g = 0.388 g$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.388$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.194$$

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 39 di 119 |

Sisma orizzontale

$$\begin{aligned}
 F_{sis} &= a_{max} * \gamma * (H_{tot}) &= 18.37 \text{ kN/m} & \text{(carico applicato sulla parete)} \\
 F_{inp} &= \alpha * S_p * \gamma * 1m &= 3.39 \text{ kN/m} & \text{(inerzia piedritti)} \\
 \text{Totale} &= &= \mathbf{21.76 \text{ kN/m}} & \text{(piedritto sx)} \\
 \text{Totale} &= &= \mathbf{3.39 \text{ kN/m}} & \text{(piedritto dx)} \\
 F_Q &= \alpha * Q_v * 0.2 * 1m &= 5.20 \text{ kN/m} & \text{(inerzia treno)} \\
 F_{inr} &= \alpha * (H_p + H_r) * \gamma_r * 1m &= 9.46 \text{ kN/m} & \text{(inerzia ballast + ricoprimento)} \\
 F_{ins} &= \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m &= 2.91 \text{ kN/m} & \text{(inerzia soletta superiore)} \\
 \text{Totale} &= &= \mathbf{17.56 \text{ kN/m}} & \text{(soletta superiore)}
 \end{aligned}$$

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta superiore con valore pari a 3.26 kN ed inferiore con valore pari a 3.81 kN. Si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto destro e soletta superiore con valore pari a 0.51 kN ed inferiore con valore pari a 0.59 kN.

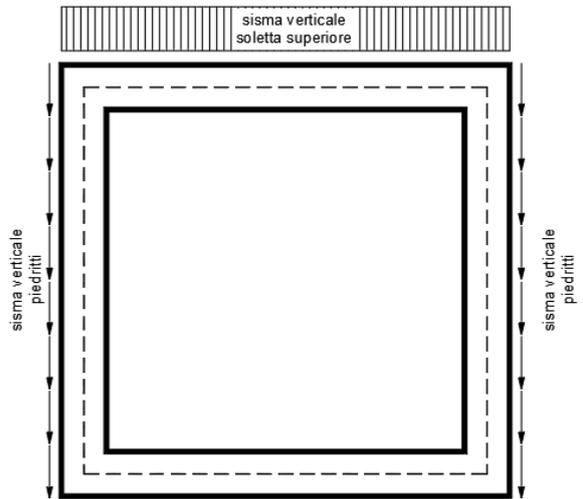
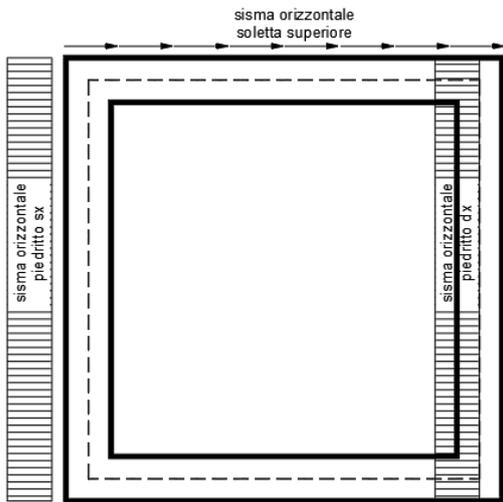
Sisma verticale

$$\begin{aligned}
 F_{inp} &= 0.5 * \alpha * S_p * \gamma * 1m &= 1.70 \text{ kN/m} & \text{(inerzia piedritti)} \\
 F_Q &= 0.5 * \alpha * Q_v * 0.2 * 1m &= 2.60 \text{ kN/m} & \text{(inerzia treno)} \\
 F_{inr} &= 0.5 * \alpha * (H_p + H_r) * \gamma_r * 1m &= 4.73 \text{ kN/m} & \text{(inerzia ballast + ricoprimento)} \\
 F_{ins} &= 0.5 * \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m &= 1.45 \text{ kN/m} & \text{(inerzia soletta superiore)} \\
 \text{Totale} &= &= \mathbf{8.78 \text{ kN/m}} & \text{(soletta superiore)}
 \end{aligned}$$

Per tenere in conto le carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 1.54 kN.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>40 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 40 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 40 di 119 | | | | | | | | |



| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 41 di 119 |

8.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

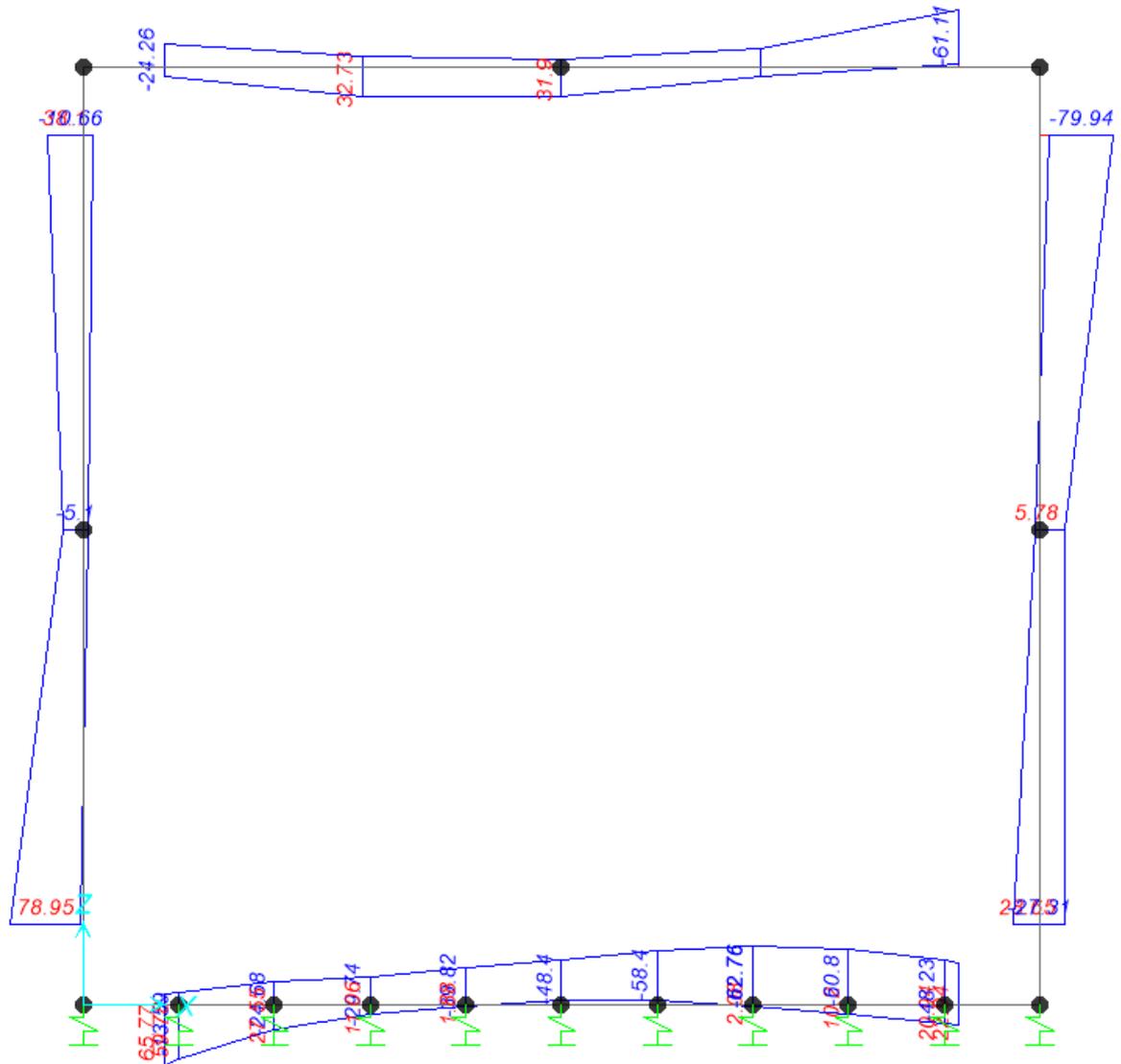


Figure 2 – Involuppo momenti flettenti SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>42 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 42 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 42 di 119 | | | | | | | | |

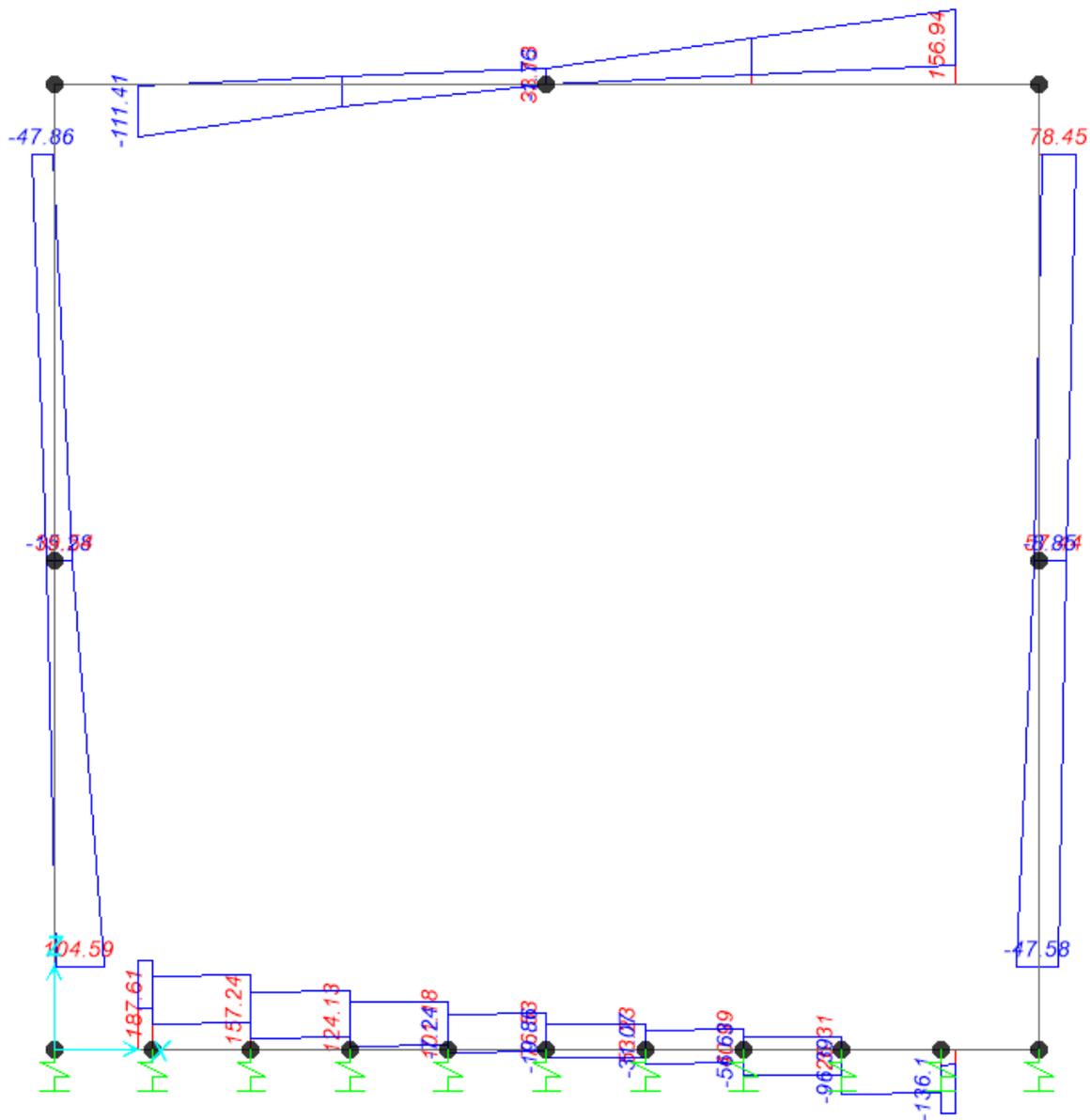


Figure 3 – Inviluppo sforzi taglianti SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>43 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 43 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 43 di 119 | | | | | | | | |

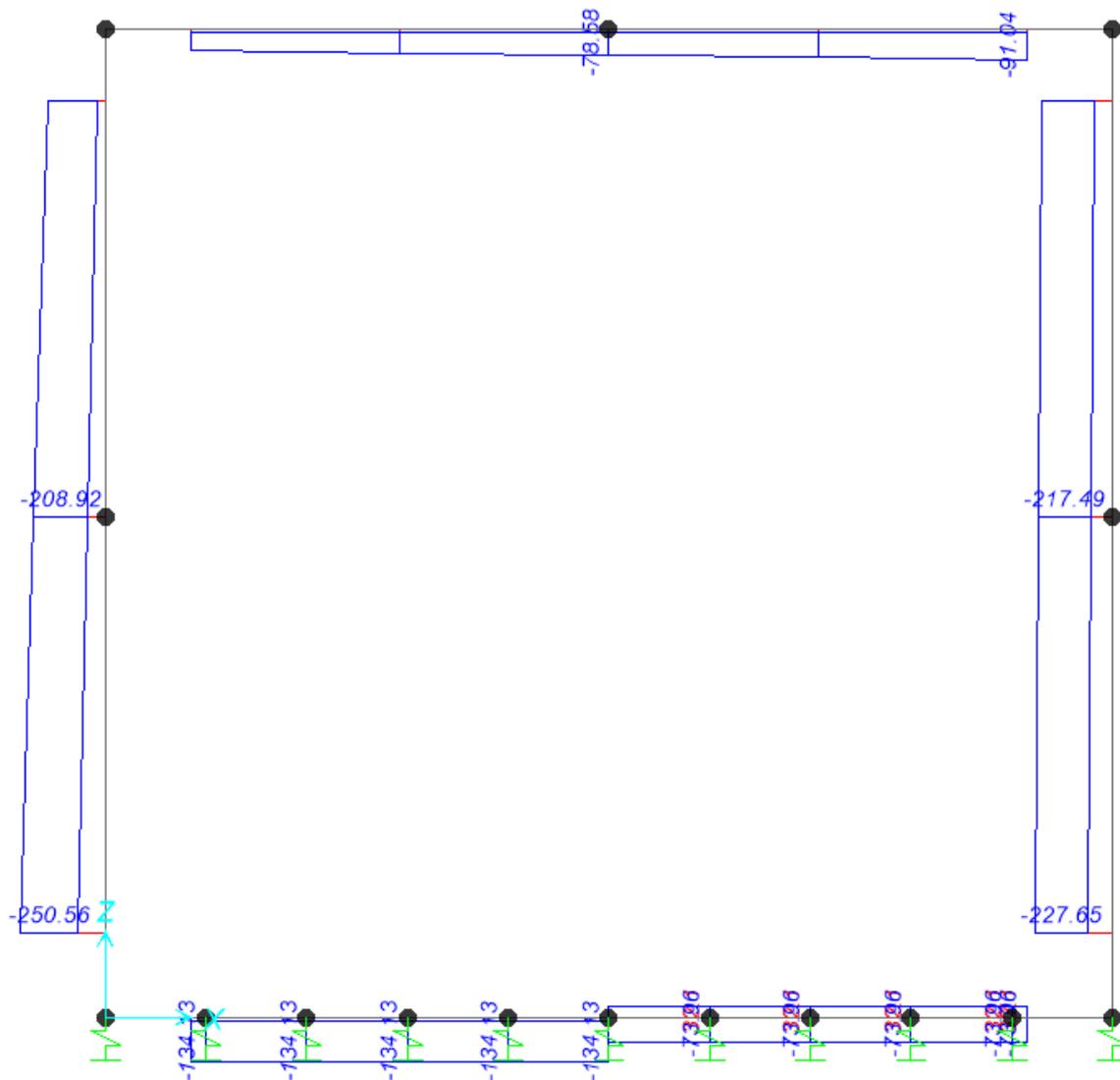


Figure 4 – Involuppo azioni assiali SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>44 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 44 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 44 di 119 | | | | | | | | |

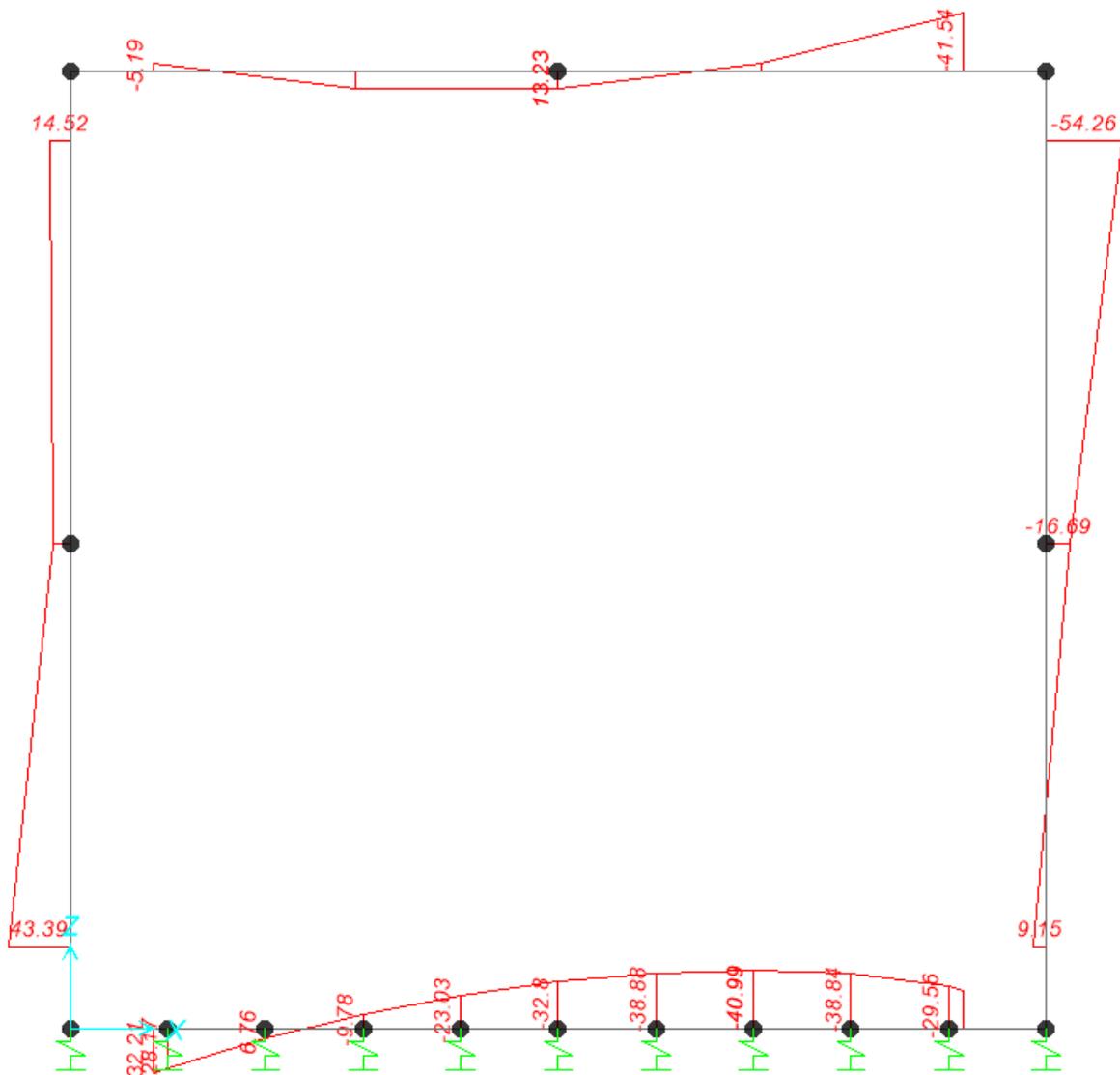


Figure 5 – Inviluppo momenti flettenti SLE rara

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>45 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 45 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 45 di 119 | | | | | | | | |

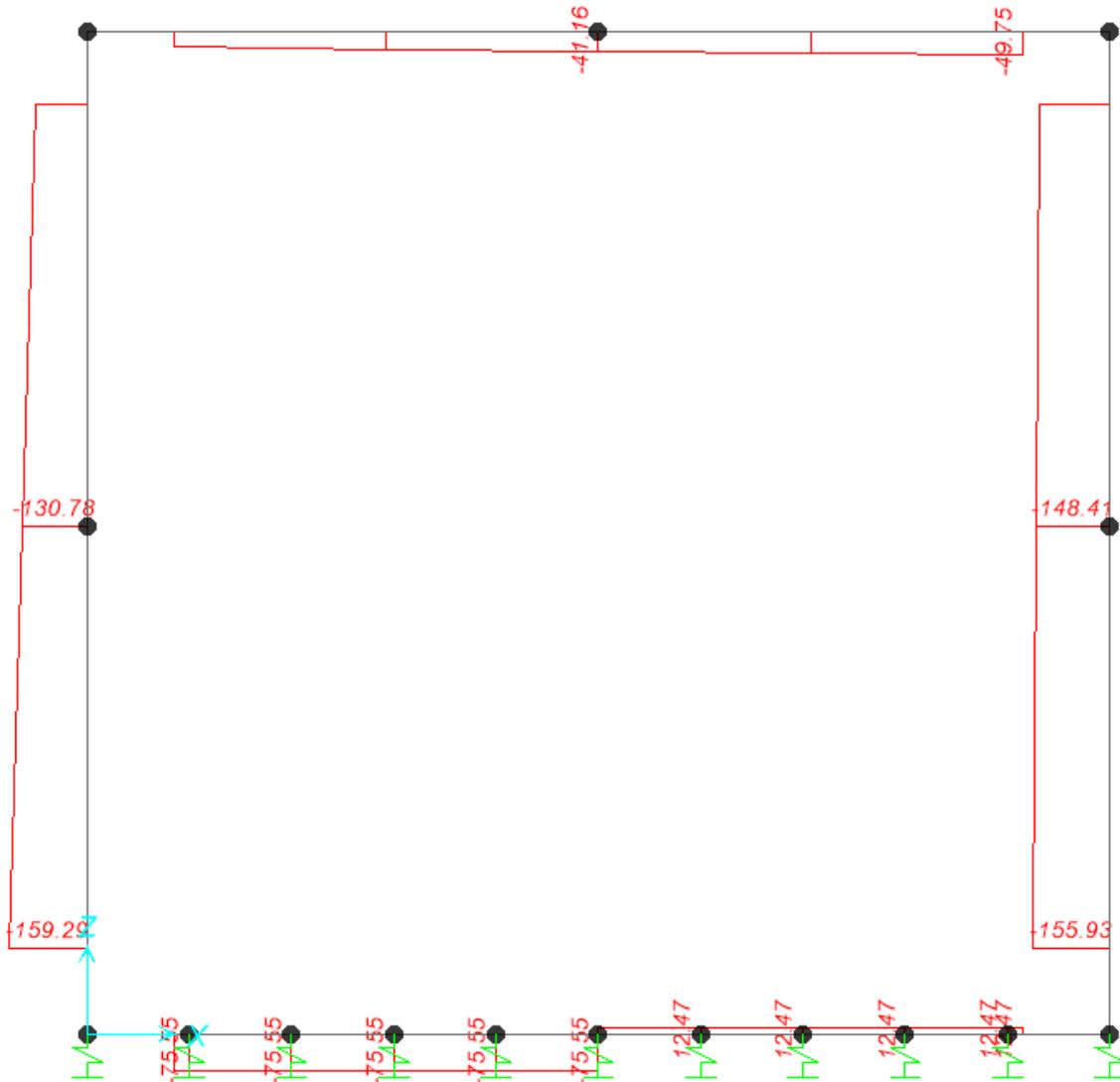


Figure 6 – Involuppo azioni assiali SLE rara

8.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni per la verifica a fessurazione risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Per le verifiche in corrispondenza dei nodi si considerano le sollecitazioni a filo elemento rigido. Per ogni elemento si ricerca la sezione di Momento e Taglio massimo; la verifica sarà eseguita con la sollecitazione, in modulo, maggiore:

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 46 di 119 |

| | | SLU STR-SLV | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------|--------|------------------------|-----------------------|
| Elemento strutturale | Sezione | C.C. M _{max} | N (kN) | M _{max} (kNm) | T _{max} (kN) |
| soletta inferiore | nodo piedritto | SLU13-STR2 | 134.13 | 65.77 | 187.61 |
| | campata | SLU14-STR | -32.10 | -62.76 | - |
| soletta superiore | nodo piedritto | SLU13-STR | 73.33 | -61.12 | 156.94 |
| | campata | SLU14-STR2 | 37.71 | 32.73 | - |
| piedritti | nodo soletta inf | SLU17-SIS2 | 22.88 | -15.57 | 104.59 |
| | nodo soletta inf | SLU14-STR2 | 229.83 | 78.95 | 104.59 |
| | nodo soletta sup | SLU14-STR | 207.33 | 79.94 | 78.45 |
| | nodo soletta sup | SLU17-SIS | 98.08 | -28.65 | 78.45 |

| | | SLE RARA | | SLE FREQUENTE | | | SLE QUASI PERMANENTE | | |
|----------------------|------------------|----------|------------------------|---------------|--------|------------------------|----------------------|--------|------------------------|
| Elemento strutturale | Sezione | N (kN) | M _{max} (kNm) | ID Asta | N (kN) | M _{max} (kNm) | ID Asta | N (kN) | M _{max} (kNm) |
| soletta inferiore | nodo piedritto | 83.68 | 41.60 | soletta | 72.50 | 34.44 | soletta | 40.99 | 15.30 |
| | campata | -12.47 | -40.99 | inferiore | -5.94 | -34.59 | inferiore | 11.62 | -19.62 |
| soletta superiore | nodo piedritto | 49.75 | -41.54 | soletta | 43.57 | -35.68 | soletta | 27.06 | -19.89 |
| | campata | 33.02 | 20.34 | superiore | 29.92 | 16.55 | superiore | 18.56 | 6.97 |
| piedritti | nodo soletta inf | 102.27 | 8.63 | piedritti | 90.11 | 9.42 | piedritti | 82.13 | 6.69 |
| | nodo soletta inf | 159.29 | 51.49 | | 147.13 | 43.78 | | 110.64 | 22.68 |
| | nodo soletta sup | 140.88 | 54.26 | | 120.58 | 46.45 | | 59.70 | 24.48 |
| | nodo soletta sup | 155.93 | -9.15 | | 135.63 | -5.73 | | 74.75 | 2.51 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 47 di 119 |

8.5.1 Verifica soletta inferiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|------------------------------|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 | |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 | MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 33643.0 | MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 3.10 | MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 18.3 | MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 18.3 | MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 13.3 | MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 | |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 | MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 35.0 |
| 3 | 50.0 | 35.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| | | | |
|---------|--------|--------|-----------|
| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
| 1 | -41.9 | 8.1 | 18 |
| 2 | -41.9 | 26.9 | 18 |
| 3 | 41.9 | 26.9 | 18 |
| 4 | 41.9 | 8.1 | 18 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | |
|--------------|---|
| N°Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione |
| N°Barre | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 48 di 119 |

Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 18 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 18 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|--------|--------|--------|
| 1 | 145.92 | 75.38 | 168.50 |
| 2 | -45.82 | -71.66 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|--------|------|
| 1 | 93.04 | 48.77 | 0.00 |
| 2 | 22.16 | -46.46 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|--------|-----------------|-------------|
| 1 | 78.55 | 39.73 (78.16) | 0.00 (0.00) |
| 2 | -13.88 | -37.89 (-67.84) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|-----------------|-------------|
| 1 | 37.12 | 14.96 (80.81) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 8.90 | -15.79 (-71.59) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>49 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 49 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 49 di 119 | | | | | | | | |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa | Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|--------|--------|---------|----------|-----------|
| 1 | S | 145.92 | 75.38 | 146.08 | 159.06 | 2.11 | 25.4(6.3) |
| 2 | S | -45.82 | -71.66 | -46.11 | -138.39 | 1.93 | 25.4(6.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.228 | -50.0 | 35.0 | -0.00113 | -41.9 | 26.9 | -0.01188 | -41.9 | 8.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.208 | -50.0 | 0.0 | -0.00157 | -41.9 | 8.1 | -0.01334 | 41.9 | 26.9 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000571799 | -0.016512954 | 0.228 | 0.724 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000626046 | 0.003500000 | 0.208 | 0.700 |

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02] |
| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [MPa] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|--------|--------|------|-------|--------|------|
| 1 | S | 168.50 | 206.48 | 26.9 | 100.0 | 0.0095 | 0.42 |
| 2 | S | 0.00 | 0.00 | 26.9 | 100.0 | 0.0000 | 0.00 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>50 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 50 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 50 di 119 | | | | | | | | |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.68 | -50.0 | 35.0 | -120.9 | -41.9 | 8.1 | 847 | 12.7 |
| 2 | S | 4.54 | -50.0 | 0.0 | -142.6 | 21.0 | 26.9 | 897 | 12.7 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | |
|-------------|--|
| Ver. | Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mx fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00089 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 72 | 0.00036 (0.00036) | 449 | 0.163 (0.20) | 77.81 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00103 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 72 | 0.00043 (0.00043) | 461 | 0.197 (0.20) | -71.22 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.80 | -50.0 | 35.0 | -97.4 | -41.9 | 8.1 | 847 | 12.7 |
| 2 | S | 3.73 | -50.0 | 0.0 | -129.7 | 21.0 | 26.9 | 897 | 12.7 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00072 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 72 | 0.00029 (0.00029) | 449 | 0.131 (0.20) | 78.16 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00093 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 72 | 0.00039 (0.00039) | 461 | 0.179 (0.20) | -67.84 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.42 | -50.0 | 35.0 | -33.7 | -41.9 | 8.1 | 797 | 12.7 |
| 2 | S | 1.54 | -50.0 | 0.0 | -47.9 | 21.0 | 26.9 | 847 | 12.7 |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|-----------------|-----------|----------------------|----------|------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 | Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | | | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 51 di 119 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00025 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 72 | 0.00010 (0.00010) | 436 | 0.044 (0.20) | 80.81 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00035 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 72 | 0.00014 (0.00014) | 449 | 0.064 (0.20) | -71.59 | 0.00 |

8.5.2 Verifica soletta SUPERIORE

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 33643.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 3.10 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 18.3 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 18.3 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 13.3 MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 : | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito β1*β2 : | 0.50 |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 30.0 |
| 3 | 50.0 | 30.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.6 | 6.4 | 18 |
| 2 | -43.6 | 23.6 | 18 |
| 3 | 43.6 | 23.6 | 18 |
| 4 | 43.6 | 6.4 | 18 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 52 di 119 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 18 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 18 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|-------|--------|--------|
| 1 | 73.33 | -61.12 | 156.94 |
| 2 | 37.71 | 32.73 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|--------|------|
| 1 | 49.75 | -41.54 | 0.00 |
| 2 | 33.02 | 20.34 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|-----------------|-------------|
| 1 | 43.57 | -35.68 (-55.73) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 29.92 | 16.55 (57.53) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---|----|----|
|---------|---|----|----|

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>53 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 53 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 53 di 119 | | | | | | | | |

| | | | |
|---|-------|-----------------|-------------|
| 1 | 27.06 | -19.89 (-56.15) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 18.56 | 6.97 (60.36) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|--------|-------|---------|----------|-----------|
| 1 | S | 73.33 | -61.12 | 73.08 | -125.30 | 2.05 | 25.4(5.4) |
| 2 | S | 37.71 | 32.73 | 37.46 | 121.93 | 3.73 | 25.4(5.4) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.219 | -50.0 | 0.0 | -0.00084 | -43.6 | 6.4 | -0.01251 | 43.6 | 23.6 |
| 2 | 0.00350 | 0.214 | -50.0 | 30.0 | -0.00093 | -43.6 | 23.6 | -0.01282 | -43.6 | 6.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | -0.000678296 | 0.003500000 | 0.219 | 0.713 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000691710 | -0.017251300 | 0.214 | 0.708 |

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02] |

| | | | | | | | |
|--|---|--|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|--|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 54 di 119 | |

| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [MPa] | | | | | | |
|--------|--|--------|--------|------|-------|--------|------|
| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
| 1 | S | 156.94 | 187.91 | 23.6 | 100.0 | 0.0108 | 0.24 |
| 2 | S | 0.00 | 183.71 | 23.6 | 100.0 | 0.0108 | 0.13 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.90 | -50.0 | 0.0 | -136.5 | 21.8 | 23.6 | 700 | 12.7 |
| 2 | S | 2.39 | -50.0 | 30.0 | -63.4 | -43.6 | 6.4 | 700 | 12.7 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00097 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 55 | 0.00041 (0.00041) | 355 | 0.146 (0.20) | -55.66 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00045 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 55 | 0.00019 (0.00019) | 355 | 0.068 (0.20) | 56.95 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.21 | -50.0 | 0.0 | -116.9 | 21.8 | 23.6 | 700 | 12.7 |
| 2 | S | 1.95 | -50.0 | 30.0 | -50.3 | -43.6 | 6.4 | 700 | 12.7 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 55 | 0.00035 (0.00035) | 355 | 0.125 (0.20) | -55.73 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00036 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 55 | 0.00015 (0.00015) | 355 | 0.054 (0.20) | 57.53 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | | | | | | | |
|--|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 55 di 119 |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.34 | -50.0 | 0.0 | -64.1 | 21.8 | 23.6 | 700 | 12.7 |
| 2 | S | 0.81 | -50.0 | 30.0 | -18.9 | -43.6 | 6.4 | 700 | 12.7 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00045 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 55 | 0.00019 (0.00019) | 355 | 0.068 (0.20) | -56.15 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00014 | 0.00000 | 0.500 | 18.0 | 55 | 0.00006 (0.00006) | 355 | 0.020 (0.20) | 60.36 | 0.00 |

8.5.3 Verifica piedritti

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|--------------------------------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 33643.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 3.10 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 18.3 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 18.3 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 13.3 MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm | |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 : | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito β1*β2 : | 0.50 |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 35.0 |
| 3 | 50.0 | 35.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>56 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 56 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 56 di 119 | | | | | | | | |

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.6 | 6.4 | 16 |
| 2 | -43.6 | 28.6 | 16 |
| 3 | 43.6 | 28.6 | 16 |
| 4 | 43.6 | 6.4 | 16 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | |
|--------------|---|
| N°Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione |
| N°Barre | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø | Diametro in mm delle barre della generazione |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 16 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 16 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | |
|---------|---|--------|--------|
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate | | |
| N°Comb. | N | Mx | Vy |
| 1 | 22.88 | -15.57 | 104.59 |
| 2 | 229.83 | 78.95 | 104.59 |
| 3 | 207.33 | 79.94 | 78.45 |
| 4 | 98.08 | -28.65 | 78.45 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | |
|----|--|--|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|--------|-------|------|
| 1 | 102.27 | 8.63 | 0.00 |
| 2 | 159.29 | 51.49 | 0.00 |
| 3 | 140.88 | 54.26 | 0.00 |
| 4 | 155.93 | -9.15 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | |
|----|--|--|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---|----|----|
|---------|---|----|----|

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 57 di 119 |

| | | | |
|---|--------|---------------|-------------|
| 1 | 90.11 | 9.42 (161.43) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 147.13 | 43.78 (87.26) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 120.58 | 46.45 (82.59) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 135.63 | -5.73 (0.00) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|--------|---------------|-------------|
| 1 | 82.13 | 6.69 (256.79) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 110.64 | 22.68 (98.31) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 59.70 | 24.48 (81.69) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 74.75 | 2.51 (0.00) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|--------|--------|---------|----------|-----------|
| 1 | S | 22.88 | -15.57 | 22.97 | -121.19 | 7.78 | 20.1(6.3) |
| 2 | S | 229.83 | 78.95 | 230.06 | 146.32 | 1.85 | 20.1(6.3) |
| 3 | S | 207.33 | 79.94 | 207.37 | 143.58 | 1.80 | 20.1(6.3) |
| 4 | S | 98.08 | -28.65 | 97.94 | -130.29 | 4.55 | 20.1(6.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.160 | -50.0 | 0.0 | -0.00140 | -43.6 | 6.4 | -0.01838 | 43.6 | 28.6 |
| 2 | 0.00350 | 0.181 | -50.0 | 35.0 | -0.00082 | -43.6 | 28.6 | -0.01580 | -43.6 | 6.4 |
| 3 | 0.00350 | 0.179 | -50.0 | 35.0 | -0.00088 | -43.6 | 28.6 | -0.01609 | -43.6 | 6.4 |
| 4 | 0.00350 | 0.168 | -50.0 | 0.0 | -0.00118 | -43.6 | 6.4 | -0.01739 | 43.6 | 28.6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>58 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 58 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 58 di 119 | | | | | | | | |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.00000000 | -0.000765139 | 0.003500000 | 0.160 | 0.700 |
| 2 | 0.00000000 | 0.000674980 | -0.020124304 | 0.181 | 0.700 |
| 3 | 0.00000000 | 0.000684868 | -0.020470397 | 0.179 | 0.700 |
| 4 | 0.00000000 | -0.000730530 | 0.003500000 | 0.168 | 0.700 |

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|--------|--------|------|-------|--------|------|
| 1 | S | 104.59 | 182.90 | 28.6 | 100.0 | 0.0070 | 0.07 |
| 2 | S | 104.59 | 208.27 | 28.6 | 100.0 | 0.0070 | 0.66 |
| 3 | S | 78.45 | 205.51 | 28.6 | 100.0 | 0.0070 | 0.59 |
| 4 | S | 78.45 | 192.12 | 28.6 | 100.0 | 0.0070 | 0.28 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 0.68 | -50.0 | 35.0 | -0.2 | -43.6 | 6.4 | 628 | 10.1 |
| 2 | S | 4.72 | -50.0 | 35.0 | -119.4 | -43.6 | 6.4 | 778 | 10.1 |
| 3 | S | 5.02 | -50.0 | 35.0 | -138.6 | -43.6 | 6.4 | 828 | 10.1 |
| 4 | S | 0.82 | -50.0 | 0.0 | 2.3 | 21.8 | 28.6 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

| | | | | | | | |
|--|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 59 di 119 |

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|------|--------------------|------|--------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00001 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00000 (0.00000) | 360 | 0.000 (0.20) | 234.97 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00081 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00036 (0.00036) | 401 | 0.144 (0.20) | 85.57 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00093 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00042 (0.00042) | 414 | 0.172 (0.20) | 82.59 | 0.00 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 0.73 | -50.0 | 35.0 | -2.5 | -43.6 | 6.4 | 678 | 10.1 |
| 2 | S | 3.99 | -50.0 | 35.0 | -96.1 | -43.6 | 6.4 | 778 | 10.1 |
| 3 | S | 4.30 | -50.0 | 35.0 | -118.7 | -43.6 | 6.4 | 828 | 10.1 |
| 4 | S | 0.61 | -50.0 | 0.0 | 2.9 | 21.8 | 28.6 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|------|--------------------|------|--------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00003 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00001 (0.00001) | 374 | 0.003 (0.20) | 161.43 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00029 (0.00029) | 401 | 0.116 (0.20) | 87.26 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00080 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00036 (0.00036) | 414 | 0.148 (0.20) | 82.59 | 0.00 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 0.53 | -50.0 | 35.0 | 0.0 | -43.6 | 6.4 | 0 | 0.0 |
| 2 | S | 1.98 | -50.0 | 35.0 | -34.8 | -43.6 | 6.4 | 728 | 10.1 |
| 3 | S | 2.27 | -50.0 | 35.0 | -64.4 | -43.6 | 6.4 | 828 | 10.1 |
| 4 | S | 0.31 | -50.0 | 35.0 | 1.9 | -43.6 | 6.4 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|------|--------------------|------|--------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00001 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00036 (0.00036) | 0 | 0.000 (0.20) | 256.79 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00025 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00010 (0.00010) | 387 | 0.040 (0.20) | 98.31 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00043 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 56 | 0.00019 (0.00019) | 414 | 0.080 (0.20) | 81.69 | 0.00 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

Si adottano spille in misura di 9Ø8/m²

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 60 di 119 |

8.6 TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI

| | INCIDENZA (kg/mc) |
|------------|-------------------|
| Fondazione | 110 |
| Elevazione | 110 |

8.7 VERIFICA FONDAZIONE

8.7.1 Verifica portanza

Si riporta di seguito la tabella con gli scarichi in fondazione, dalla quale si evince che la combinazione scelta per le verifiche di portanza è identificata in "SLU07-STR".

L'approccio utilizzato per le verifiche è A1+M1+R3

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|----------|---------------|-------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. FOGLIO |
| | | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B 61 di 119 |

| TABLE: Base Reactions | | | | |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|
| OutputCase | CaseType | GlobalFX | GlobalFZ | GlobalMY |
| Text | Text | KN | KN | KN-m |
| SLE-RARA | Combination | -107.01 | 327.39 | -472.77 |
| SLE-RARA2 | Combination | -107.01 | 327.39 | -472.77 |
| | | | | |
| | | | | |
| SLU01-STR | Combination | 0.00 | 153.26 | -158.62 |
| SLU01-STR2 | Combination | 0.00 | 153.26 | -158.62 |
| SLU02-STR | Combination | -19.01 | 153.26 | -173.71 |
| SLU02-STR2 | Combination | -19.01 | 153.26 | -173.71 |
| SLU03-STR | Combination | 19.01 | 153.26 | -143.53 |
| SLU03-STR2 | Combination | 19.01 | 153.26 | -143.53 |
| SLU03-STR3 | Combination | 0.00 | 153.26 | -158.62 |
| SLU04-STR | Combination | 0.00 | 153.26 | -158.62 |
| SLU04-STR2 | Combination | 0.00 | 153.26 | -158.62 |
| SLU05-STR | Combination | -19.01 | 153.26 | -173.71 |
| SLU05-STR2 | Combination | -19.01 | 153.26 | -173.71 |
| SLU06-STR | Combination | 19.01 | 153.26 | -143.53 |
| SLU06-STR2 | Combination | 19.01 | 153.26 | -143.53 |
| SLU07-STR | Combination | -36.02 | 469.75 | -559.85 |
| SLU07-STR2 | Combination | -36.02 | 469.75 | -559.85 |
| SLU08-STR | Combination | -55.03 | 469.75 | -574.94 |
| SLU08-STR2 | Combination | -55.03 | 469.75 | -574.94 |
| SLU09-STR | Combination | -17.01 | 469.75 | -544.77 |
| SLU09-STR2 | Combination | -17.01 | 469.75 | -544.77 |
| SLU10-STR | Combination | -36.02 | 153.26 | -232.28 |
| SLU10-STR2 | Combination | -36.02 | 153.26 | -232.28 |
| SLU11-STR | Combination | -55.03 | 153.26 | -247.36 |
| SLU11-STR2 | Combination | -55.03 | 153.26 | -247.36 |
| SLU12-STR | Combination | -17.01 | 153.26 | -217.19 |
| SLU12-STR2 | Combination | -17.01 | 153.26 | -217.19 |
| SLU13-STR | Combination | -170.37 | 469.75 | -692.46 |
| SLU13-STR2 | Combination | -170.37 | 469.75 | -692.46 |
| SLU14-STR | Combination | -174.17 | 469.75 | -695.47 |
| SLU14-STR2 | Combination | -174.17 | 469.75 | -695.47 |
| SLU15-STR | Combination | -136.16 | 469.75 | -665.30 |
| SLU15-STR2 | Combination | -136.16 | 469.75 | -665.30 |
| | | | | |
| SLU16-SIS | Combination | -114.64 | 160.75 | -322.25 |
| SLU16-SIS2 | Combination | -114.64 | 160.75 | -322.25 |
| SLU17-SIS | Combination | -114.64 | 144.78 | -305.72 |
| SLU17-SIS2 | Combination | -114.64 | 144.78 | -305.72 |
| SLU18-SIS | Combination | -114.64 | 160.75 | -322.25 |
| SLU18-SIS2 | Combination | -114.64 | 160.75 | -322.25 |
| SLU19-SIS | Combination | -114.64 | 144.78 | -305.72 |
| SLU19-SIS2 | Combination | -114.64 | 144.78 | -305.72 |

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandataria: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 62 di 119 |

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

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

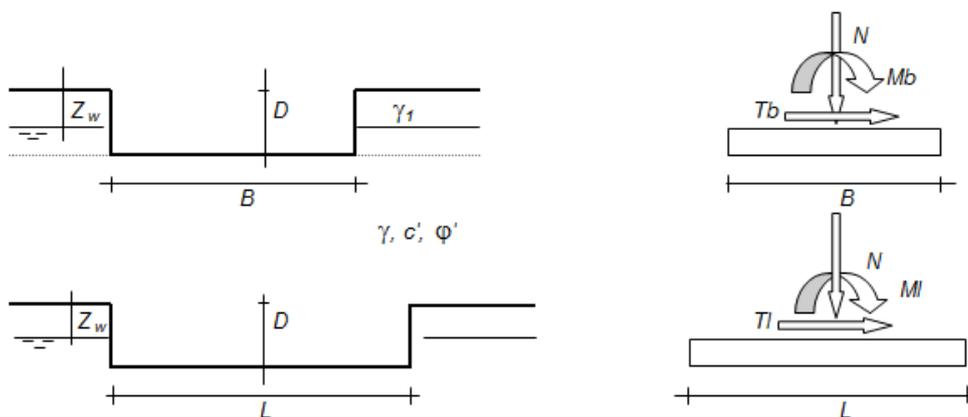
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = ML/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

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

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

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

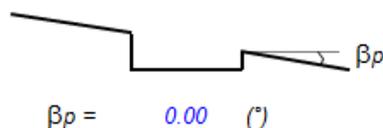
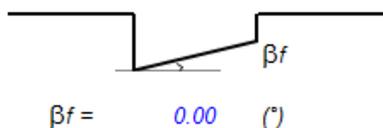
| Metodo di calcolo | coefficienti parziali | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------|------------|-------|------|------|
| | azioni | | proprietà del terreno | | resistenze | | | |
| | permanenti | temporanee variabili | $\tan \varphi'$ | c' | q_{lim} | scorr | | |
| Stato Limite Ultimo | A1+M1+R1 | ○ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| | A2+M2+R2 | ○ | 1.00 | 1.30 | 1.25 | 1.25 | 1.80 | 1.00 |
| | SISMA | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.80 | 1.00 |
| | A1+M1+R3 | ○ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 2.30 | 1.10 |
| | SISMA | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.30 | 1.10 |
| Tensioni Ammissibili | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 3.00 | |
| Definiti dal Progettista | ● | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.30 | 1.10 | |



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 2.42 (m)
 L = 1.00 (m)
 D = 1.00 (m)

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL IN.22.0.0.001 B 63 di 119 |



AZIONI

| | valori di input | | Valori di calcolo |
|----------|-----------------|------------|-------------------|
| | permanenti | temporanee | |
| N [kN] | 493.00 | | 493.00 |
| Mb [kNm] | 0.00 | | 0.00 |
| Ml [kNm] | 0.00 | | 0.00 |
| Tb [kN] | 0.00 | | 0.00 |
| Tl [kN] | 0.00 | | 0.00 |
| H [kN] | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.50$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.50$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 33.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 33.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 27.10$ (m)

$e_B = 0.00$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 2.42$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 19.50$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 19.50$ (kN/mc)

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

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

$N_q = 26.09$

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

$N_c = 38.64$

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

$N_\gamma = 35.19$

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 64 di 119 |

s_c, s_q, s_γ : **fattori di forma**

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

$$s_c = 1.28$$

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

$$s_q = 1.27$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0.83$$

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.71 \quad \theta = \arctg(T_b / T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.29 \quad m = 1.71 \quad (-)$$

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

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

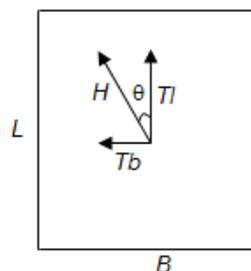
$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_\gamma = 1.00$$



d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

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

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

$$d_q = 1.27$$

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

$$d_c = 1.28$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 65 di 119 |

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

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

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

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1105.50 \quad (kN/m^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 203.72 \quad (kN/m^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 480.65 \geq q = 203.72 \quad (kN/m^2)$$

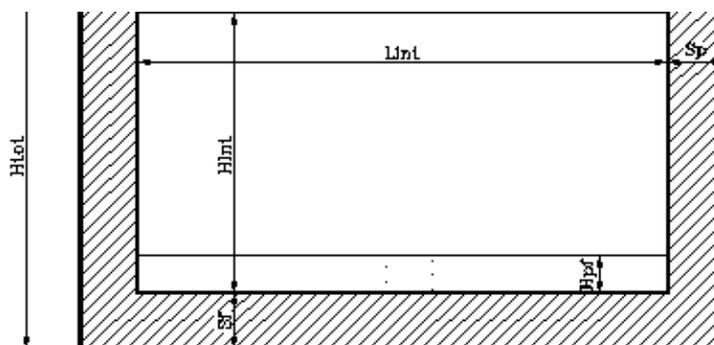
| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 66 di 119 |

9 SEZIONE AD U DI IMBOCCO

La dimensione interna è di 2.50m e l'altezza interna pari a 3.10m, piedritti di spessore 0.40m e soletta inferiore di spessore 0.40m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia avente lunghezza di 1.00 m. In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

9.1 GEOMETRIA



| DATI GEOMETRICI | | | |
|----------------------------|-----------|--------|------|
| Grandezza | Simbolo | Valore | U.M. |
| larghezza totale scatolare | L_{tot} | 3.30 | m |
| larghezza utile scatolare | L_{int} | 2.50 | m |
| larghezza interasse | L_a | 2.90 | m |
| spessore soletta superiore | S_s | 0.00 | m |
| spessore piedritti | S_p | 0.40 | m |
| spessore fondazione | S_f | 0.40 | m |
| altezza totale scatolare | H_{tot} | 3.50 | m |
| altezza libera scatolare | H_{int} | 3.10 | m |

9.2 MODELLO DI CALCOLO

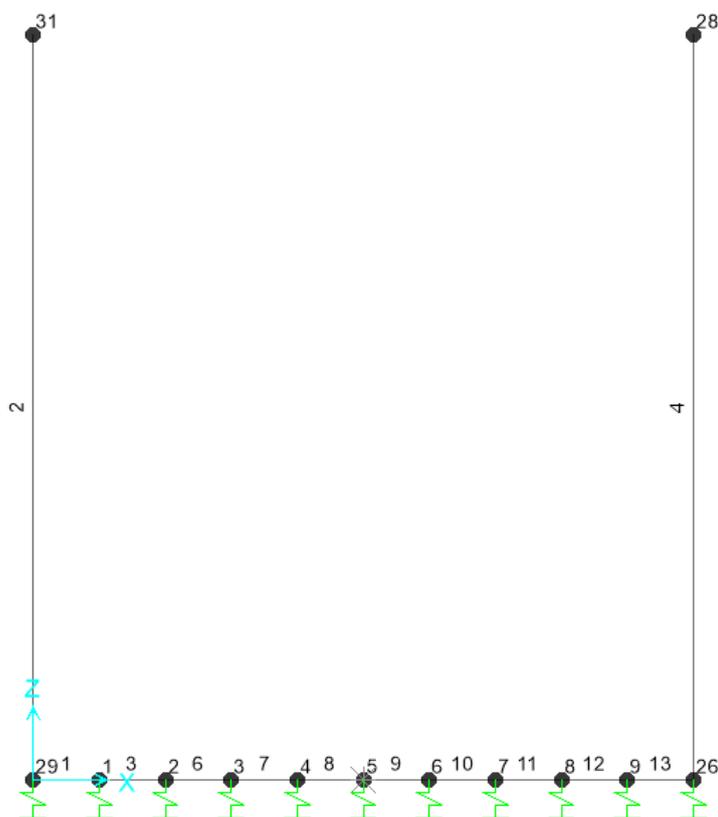
Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 67 di 119 |

Il modello considerato per l'analisi è quello di un telaio di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.



Numerazione aste e nodi

Per le molle orizzontali si è utilizzato un valore pari ad un terzo del valore verticale

9.2.1 Valutazione della rigidità delle molle

Si considera appoggiato su di un letto di molle (schematizzazione alla Winkler) assegnando alle aste di fondazione del modello un valore di "linear spring" pari a $K = 62000 \text{ kN/mc}$ in funzione dell'interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

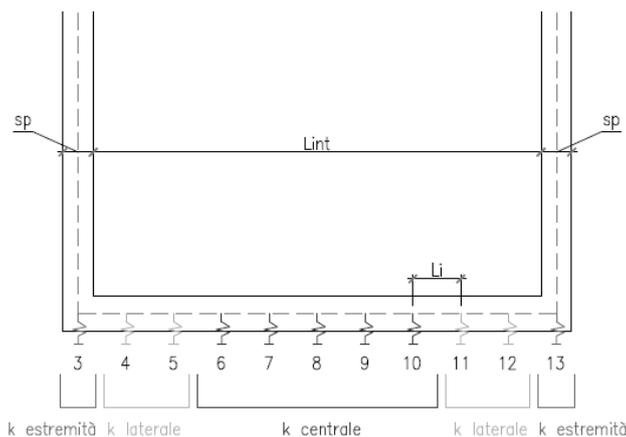
$$\text{Interasse molle} \quad i = (S_p/2 + L_{\text{int}} + S_p/2)/10 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Molle centrali} \quad k_1 = k * i \quad [\text{kN/m}]$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>68 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 68 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 68 di 119 | | | | | | | | |

Molle intermedie $k_2 = 1.5 * k * i$ [kN/m]

Molle laterali $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2)$ [kN/m]



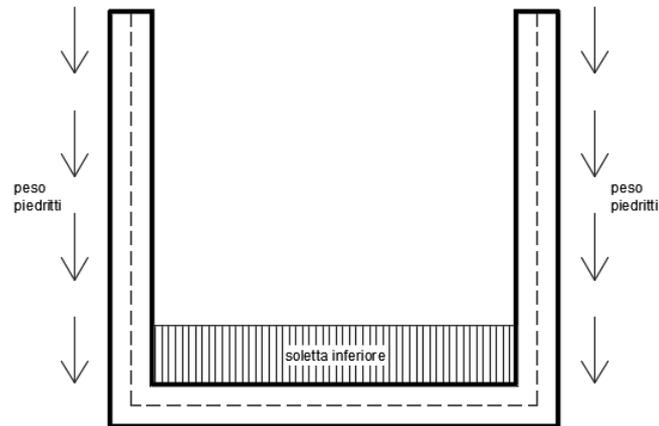
| | | |
|-----------------|-------|-------------------|
| Molle centrali | 17980 | kN/m ³ |
| Molle laterali | 26970 | kN/m ³ |
| Molle estremità | 42780 | kN/m ³ |

9.3 ANALISI DEI CARICHI

9.3.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati

| | | |
|--------------------------|-------------------------------------|------------|
| <u>Soletta inferiore</u> | - Peso proprio | 10.00 kN/m |
| | - Totale | 10.00 kN/m |
| | - Peso pacchetto interno 0 cm | 0.00 kN/m |
| | - Peso terreno ricoprimento interno | 0.00 kN/m |
| | - Totale | 0.00 kN/m |
| <u>Piedritti</u> | - Peso proprio | 10.00 kN/m |
| | - Totale | 10.00 kN/m |

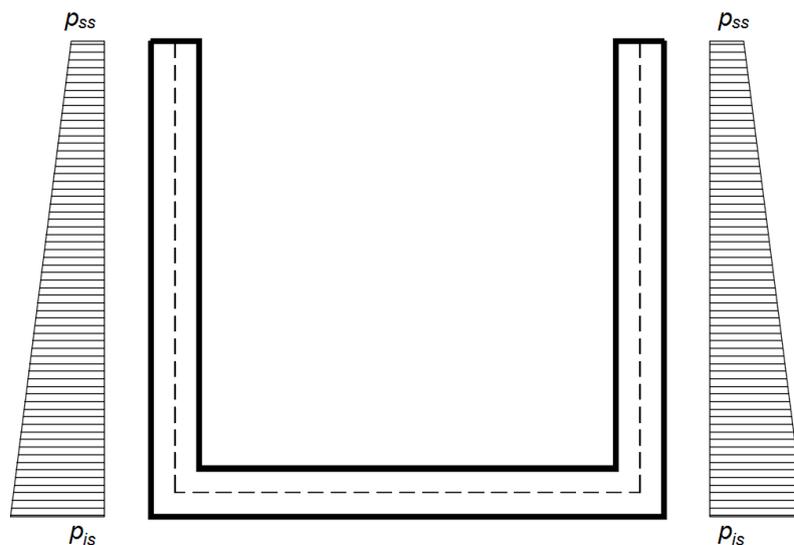
| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>69 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 69 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 69 di 119 | | | | | | | | |



9.3.2 Spinta sulle pareti dovuta al terreno ed al sovraccarico permanente

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20$ kN/m³, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidezza, utilizzando la formula $K_0=1-\sin\varphi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0=0.43$. Le spinte in asse soletta superiore ed asse soletta inferiore valgono:

$$\begin{aligned}
 p_{ss} &= K_0 * (H_r + H_{psup} + S_g/2) * \gamma = 0.0 \text{ kN/m} \\
 p_{is} &= p_{ss} + K_0 * \gamma * (S_g/2 + H_{int} + S_f/2) = 28.1 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$



Spinta su parete sinistra e spinta su parete destra

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 70 di 119 |

Poiché nel modello di calcolo si considera, nella geometria, l'asse degli elementi, per tenere in conto i carichi agenti sul semispessore esterno degli elementi stessi, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto e soletta inferiore con valore pari a 5.80 kN.

9.3.3 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

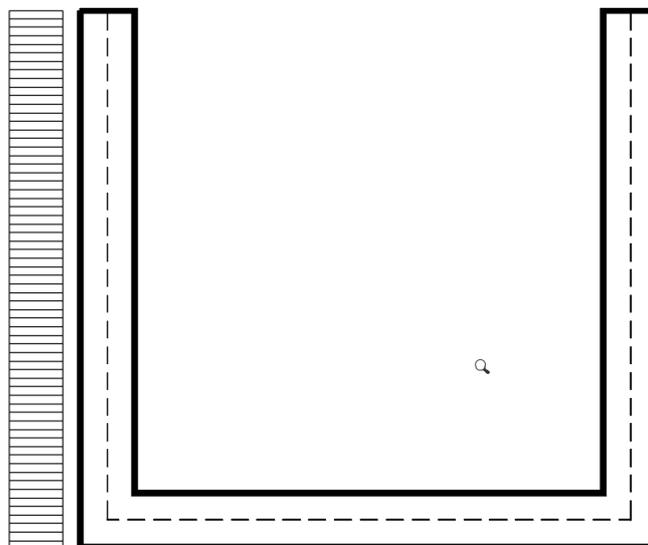
9.3.4 Spinta del sovraccarico sul rilevato q1=20 kN/m2

Per il calcolo della spinta dovuta al traffico stradale sul rilevato, si considera un carico tandem distribuito sull'intera lunghezza del mezzo autoarticolato (18.0m) e sui 3.0m di corsia.

$$q_1 = 150 \text{ kN} \cdot 4 / (18 \cdot 3) \text{ m}^2 + 9 \text{ kN/m}^2 = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$p_1(\text{str}) = q_1 \cdot K_0 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

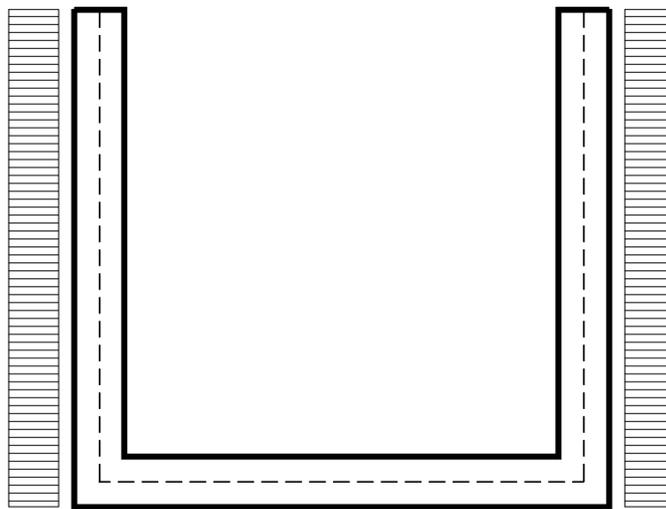
c) Spinta sul piedritto sinistro



| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 71 di 119 |

d) Poiché nel modello di calcolo si considera, nella geometria, l'asse degli elementi, per tenere in conto i carichi agenti sul semispessore esterno degli elementi stessi, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta inferiore con valore pari a 1.71 kN.

e) Spinta su entrambi i piedritti



Spinta su parete sinistra e spinta su parete destra

Poiché nel modello di calcolo si considera, nella geometria, l'asse degli elementi, per tenere in conto i carichi agenti sul semispessore esterno degli elementi stessi, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta inferiore con valore pari a 1.71 kN.

9.3.5 Variazione termica

Si applica una variazione termica pari a +/- 15°C.

9.3.6 Azione sismica inerziale

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

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$

$k_v = \pm 0.5 * k_h$

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 72 di 119 |

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.367$ g.

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

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

$S_s = 1.056$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T = 1$ Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.056 * 1 * 0.367 \text{ g} = 0.388 \text{ g}$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.388$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.194$$

Sisma orizzontale

$$F_{sis} = a_{max} * \gamma * (H_{tot}) = 27.13 \text{ kN/m} \quad (\text{carico applicato sulla parete})$$

$$F_{inp} = \alpha * S_p * \gamma * 1m = 3.88 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia piedritti})$$

$$\text{Totale} = 31.00 \text{ kN/m} \quad (\text{piedritto sx})$$

$$\text{Totale} = 3.88 \text{ kN/m} \quad (\text{piedritto dx})$$

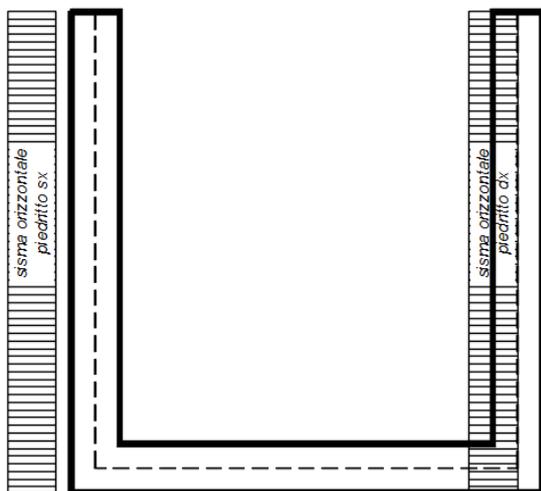
Poiché nel modello di calcolo si considera, nella geometria, l'asse dei piedritti, per tenere in conto i carichi agenti sul semispessore esterno dei piedritti stessi, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta inferiore con valore pari a 6.20 kN. Si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto destro e soletta inferiore con valore pari a 0.78 kN.

Sisma verticale

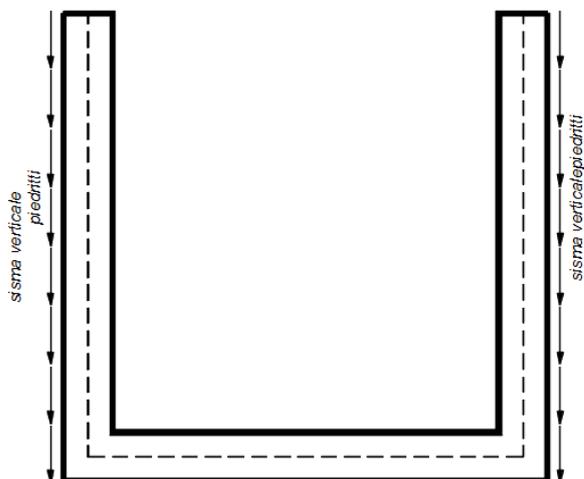
$$F_{inp} = 0.5 * \alpha * S_p * \gamma * 1m = 1.94 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia piedritti})$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>73 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 73 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 73 di 119 | | | | | | | | |



Azioni per sisma orizzontale



Azioni per sisma verticale

9.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

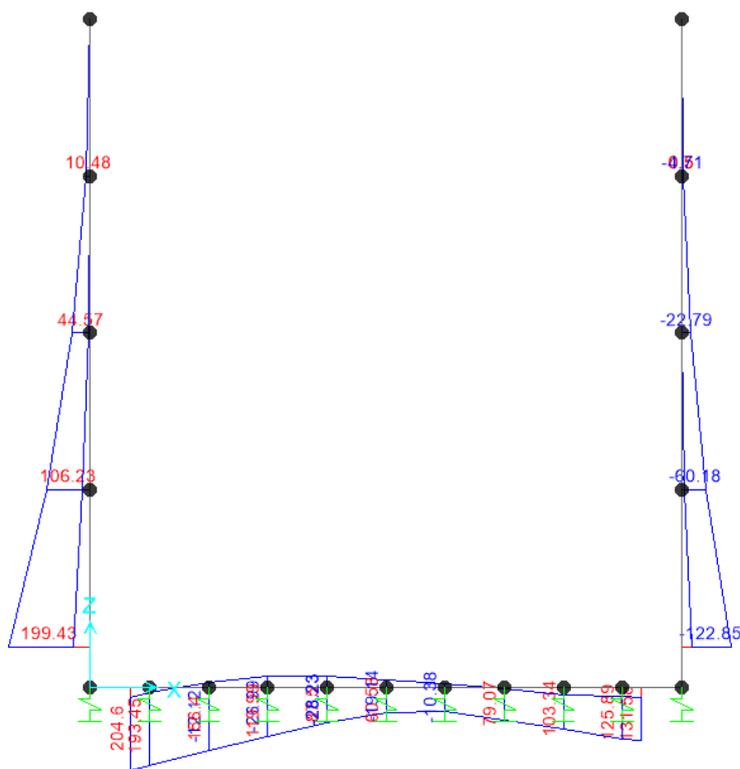


Fig. 2 – Involuppo momenti flettenti SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>74 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 74 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 74 di 119 | | | | | | | | |

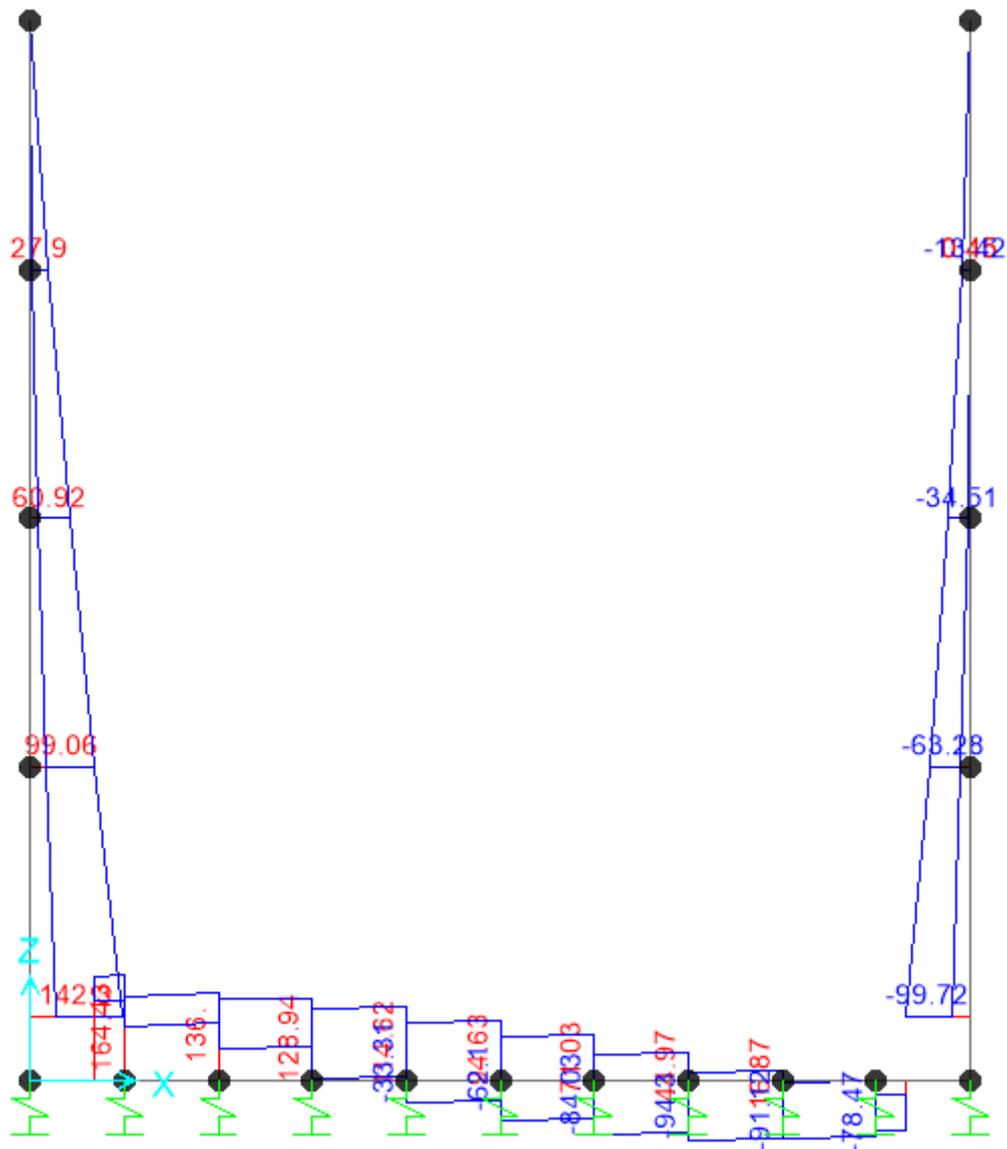


Fig. 3 – Involuppo sforzi taglianti SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>75 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 75 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 75 di 119 | | | | | | | | |

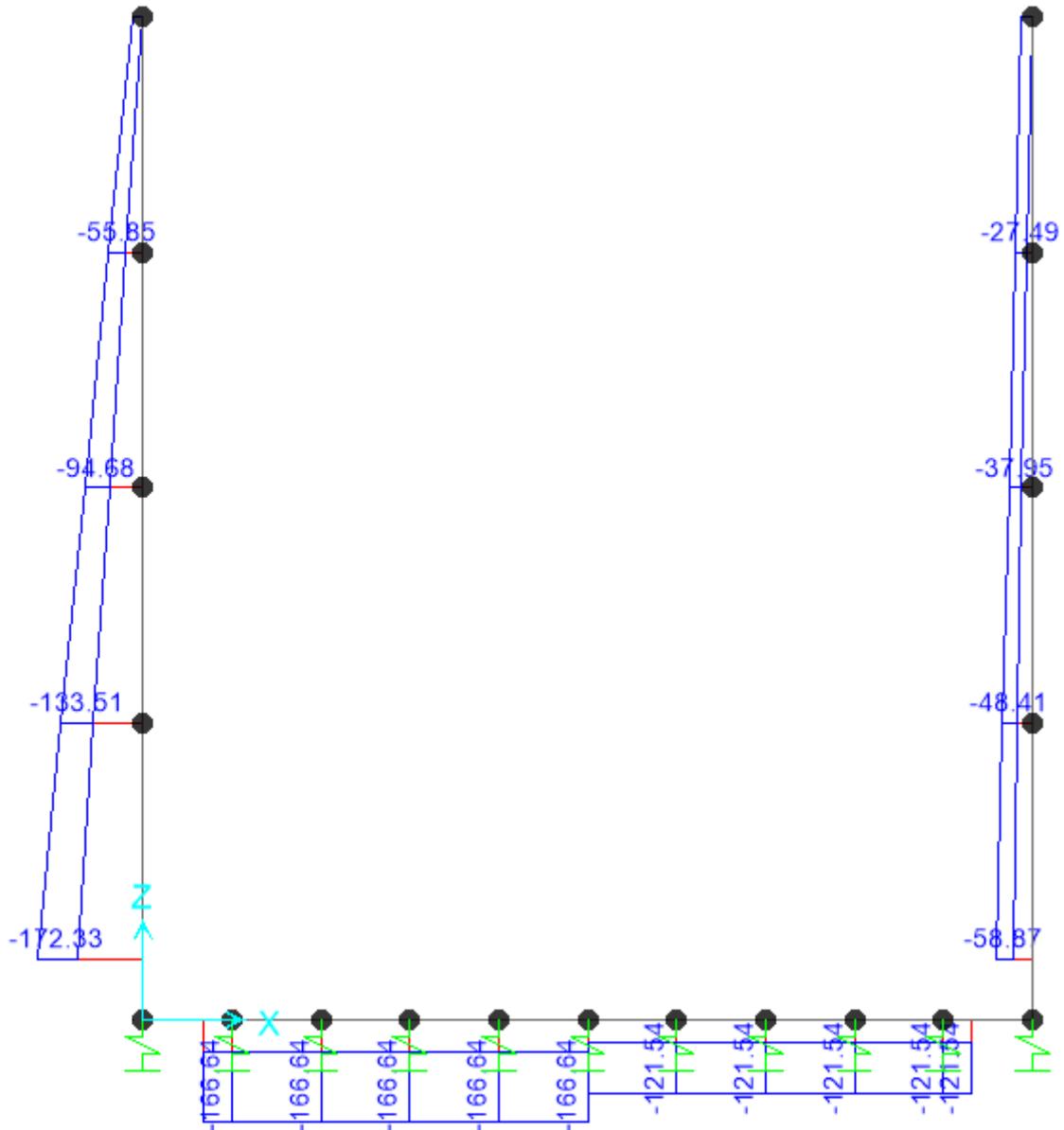


Fig. 4 – Involuppo azioni assiali SLU-SLV

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 76 di 119 |

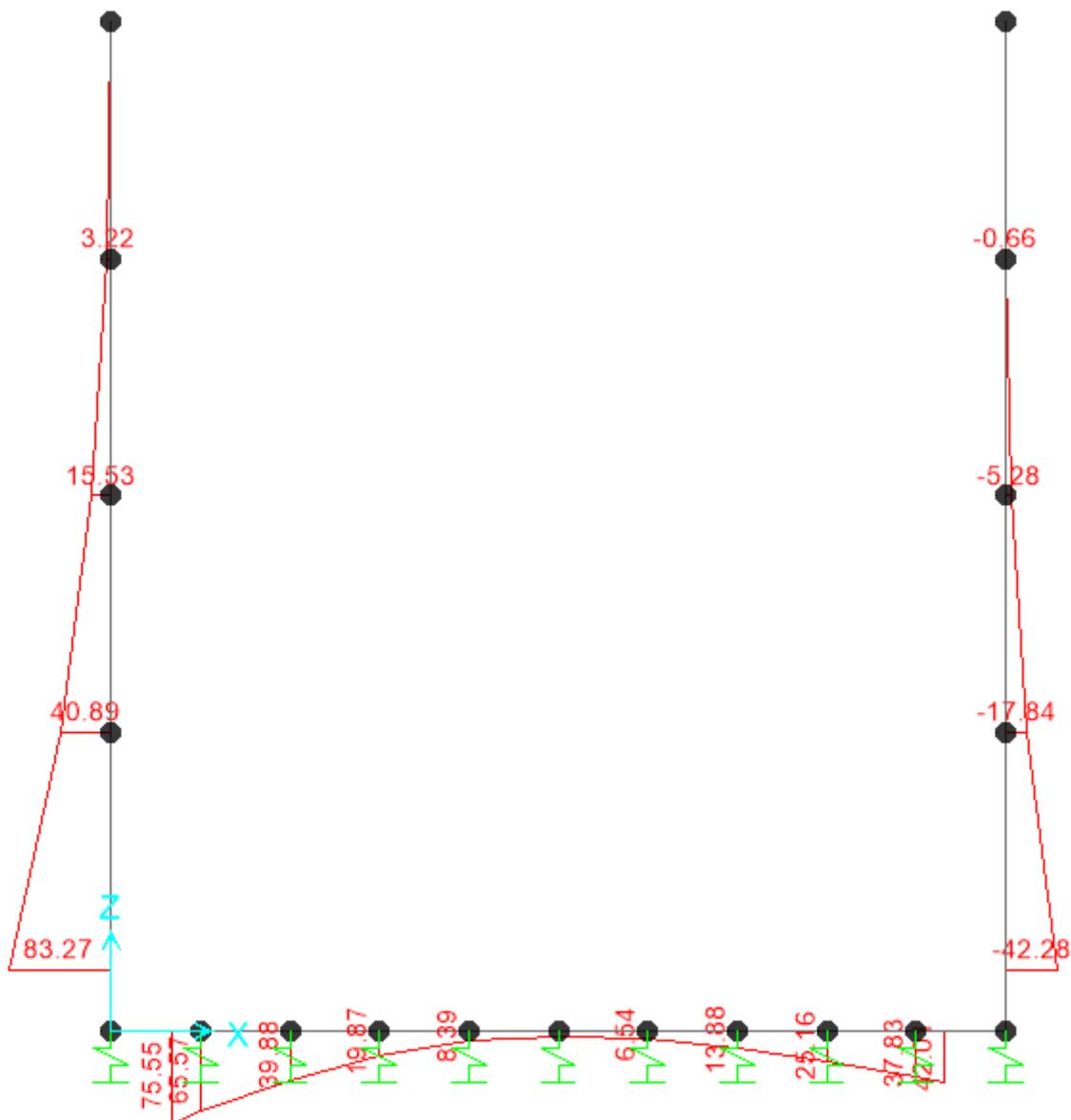


Fig. 5 – Inviluppo momenti flettenti SLE rara

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 77 di 119 |

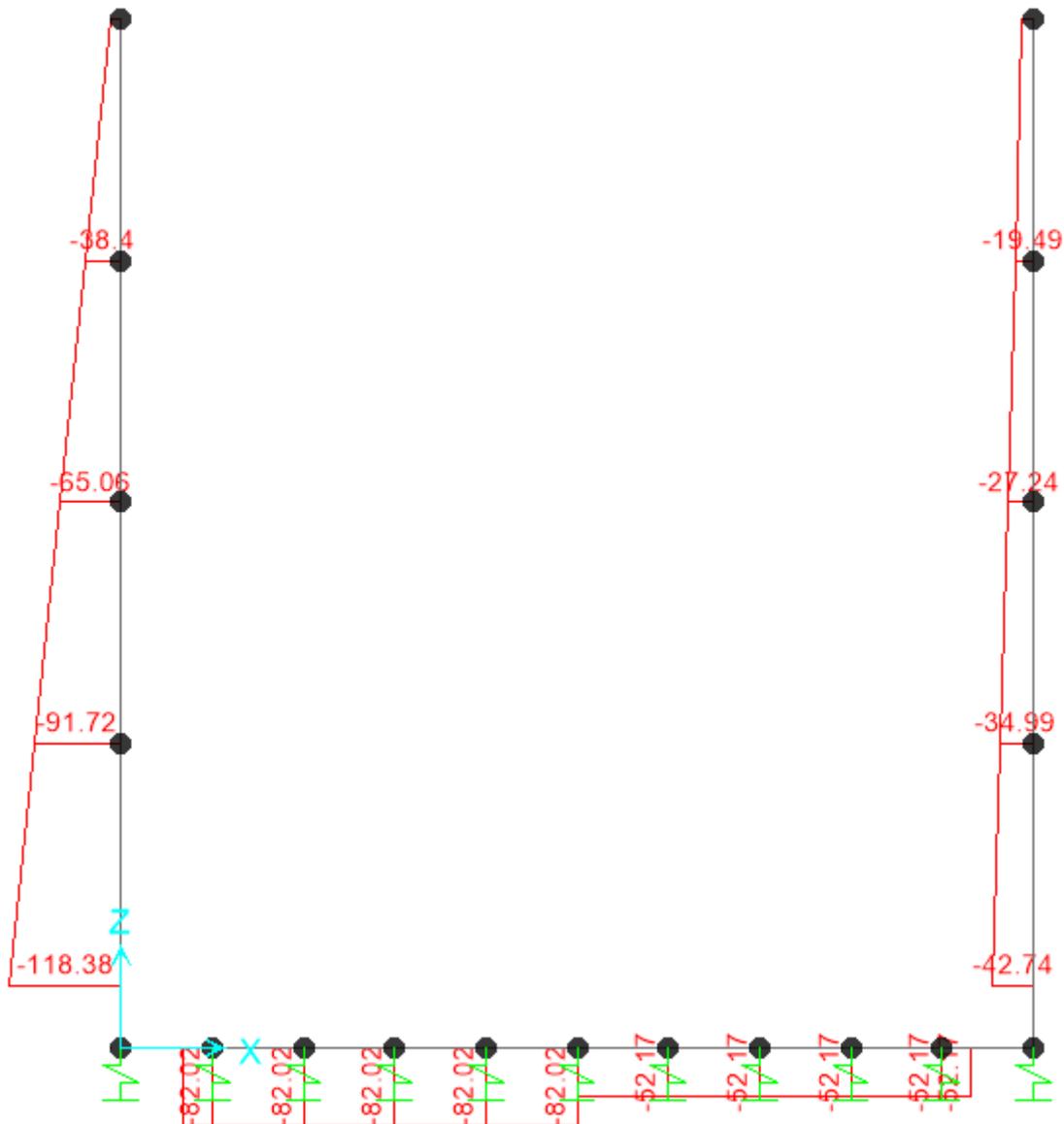


Fig. 6 – Involuppo azioni assiali SLE rara

9.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni per la verifica a fessurazione risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>78 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 78 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 78 di 119 | | | | | | | | |

Per le verifiche in corrispondenza dei nodi si considerano le sollecitazioni a filo elemento rigido. Per ogni elemento si ricerca la sezione di Momento e Taglio massimo; la verifica sarà eseguita con la sollecitazione, in modulo, maggiore:

| | | SLU STR-SLV | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------|--------|------------------------|-----------------------|
| Elemento strutturale | Sezione | C.C. M _{max} | N (kN) | M _{max} (kNm) | T _{max} (kN) |
| soletta inferiore | nodo piedritto | SLU17-SIS | 166.64 | 204.60 | 164.43 |
| | campata | SLU06-STR | 52.17 | -28.23 | - |
| pieдритти | nodo soletta inf | SLU16-SIS | 110.79 | 199.43 | 142.30 |

| | | SLE RARA | | SLE FREQUENTE | | | SLE QUASI PERMANENTE | | |
|----------------------|------------------|----------|------------------------|---------------|--------|------------------------|----------------------|--------|------------------------|
| Elemento strutturale | Sezione | N (kN) | M _{max} (kNm) | ID Asta | N (kN) | M _{max} (kNm) | ID Asta | N (kN) | M _{max} (kNm) |
| soletta inferiore | nodo piedritto | 82.02 | 75.55 | soletta | 76.05 | 66.96 | soletta | 52.17 | 42.94 |
| | campata | 82.02 | 4.32 | inferiore | 76.05 | 1.91 | inferiore | 58.14 | -7.20 |
| pieдритти | nodo soletta inf | 118.38 | 83.27 | pieдритти | 116.03 | 75.07 | pieдритти | 108.99 | 50.48 |

9.5.1 Armatura

| ARMATURA | | |
|-------------------|------------------|--------------------------|
| soletta inferiore | nodo piedritto | Ø20/20 inf Ø18/20 sup |
| | campata | Ø20/20 inf Ø18/20 sup |
| pieдритти | nodo soletta inf | Ø20/20 ext Ø16/20 int |

| INCIDENZA SEZIONE U (Kg/m ³) | |
|--|----|
| soletta inferiore | 80 |
| pieдритти | 80 |

9.5.2 Verifica soletta inferiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 33643.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 3.10 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 18.3 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 18.3 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>79 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 79 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 79 di 119 | | | | | | | | |

| | | | |
|------------------|--|------------------|---------|
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 13.3 | MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 | |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 40.0 |
| 3 | 50.0 | 40.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|----------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.4 | 6.6 | 20 |
| 2 | -43.4 | 33.4 | 16 |
| 3 | 43.4 | 33.4 | 16 |
| 4 | 43.4 | 6.6 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | | | | |
|--------------|---|--|--|--|
| N°Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre | | | |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione | | | |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione | | | |
| N°Barre | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione | | | |
| Ø | Diametro in mm delle barre della generazione | | | |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 20 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 16 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | |
|---------|---|----|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate | | | |
| N°Comb. | N | Mx | Vy | |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 80 di 119 |

| | | | |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 166.64 | 204.60 | 164.43 |
| 2 | 52.11 | -28.23 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|-------|------|
| 1 | 82.02 | 75.55 | 0.00 |
| 2 | 82.02 | 4.32 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|----------------|-------------|
| 1 | 76.05 | 66.96 (102.39) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 76.05 | 1.91 (0.00) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|-------|-----------------|-------------|
| 1 | 52.17 | 42.94 (102.98) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 58.14 | -7.20 (-213.55) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|--------|--------|---------|----------|-----------|
| 1 | S | 166.64 | 204.60 | 166.67 | 223.96 | 1.09 | 15.7(7.2) |
| 2 | S | 52.11 | -28.23 | 52.01 | -147.09 | 5.24 | 25.8(7.2) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>81 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 81 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 81 di 119 | | | | | | | | |

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.173 | -50.0 | 40.0 | -0.00049 | 43.4 | 33.4 | -0.01669 | -43.4 | 6.6 |
| 2 | 0.00350 | 0.152 | -50.0 | 0.0 | -0.00105 | -43.4 | 6.6 | -0.01951 | 43.4 | 33.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000604526 | -0.020681057 | 0.173 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000688873 | 0.003500000 | 0.152 | 0.700 |

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02] |
| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [MPa] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|--------|--------|------|-------|--------|------|
| 1 | S | 164.43 | 230.42 | 33.4 | 100.0 | 0.0077 | 0.42 |
| 2 | S | 0.00 | 216.08 | 33.4 | 100.0 | 0.0077 | 0.13 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|----------------|---|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.67 | -50.0 | 40.0 | -135.6 | -43.4 | 6.6 | 950 | 15.7 |
| 2 | S | 0.34 | -50.0 | 40.0 | 1.3 | -43.4 | 6.6 | --- | --- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>82 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 82 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 82 di 119 | | | | | | | | |

| | |
|-------------|--|
| Ver. | Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mx fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|------|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00088 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00041 (0.00041) | 396 | 0.161 (0.20) | 102.02 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.14 | -50.0 | 40.0 | -119.2 | -43.4 | 6.6 | 950 | 15.7 |
| 2 | S | 0.24 | -50.0 | 40.0 | 1.9 | -21.7 | 6.6 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|------|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00077 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00036 (0.00036) | 396 | 0.142 (0.20) | 102.39 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.66 | -50.0 | 40.0 | -75.4 | -43.4 | 6.6 | 950 | 15.7 |
| 2 | S | 0.41 | -50.0 | 0.0 | -1.8 | 21.7 | 33.4 | 728 | 10.1 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00023 (0.00023) | 396 | 0.090 (0.20) | 102.98 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00002 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 58 | 0.00001 (0.00001) | 394 | 0.002 (0.20) | -213.55 | 0.00 |

9.5.3 Verifica piedritti

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|--------------------------------|----------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 83 di 119 |

| | |
|---|---------------------|
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 33643.0 MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 3.10 MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 18.3 MPa |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 18.3 MPa |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 13.3 MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |

| | | |
|-----------|------------------------------------|-----------------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 : | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito β1*β2 : | 0.50 |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 40.0 |
| 3 | 50.0 | 40.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.4 | 6.6 | 20 |
| 2 | -43.4 | 33.4 | 16 |
| 3 | 43.4 | 33.4 | 16 |
| 4 | 43.4 | 6.6 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 20 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 16 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 84 di 119 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | |
|---------|---|--------|--------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate | | |
| N°Comb. | N | Mx | Vy |
| 1 | 110.79 | 199.43 | 142.30 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | |
|---------|--|-------|------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 118.38 | 83.27 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | |
|---------|--|----------------|-------------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 116.03 | 75.07 (105.53) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | |
|---------|--|----------------|-------------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 108.99 | 50.48 (110.59) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | | | | | | | |
|----------|--|---|----|-------|--------|----------|---------|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata | | | | | | |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) | | | | | | |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia | | | | | | |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) | | | | | | |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia | | | | | | |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 | | | | | | |
| As Tesa | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC] | | | | | | |
| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>85 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 85 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 85 di 119 | | | | | | | | |

1 S 110.79 199.43 110.78 215.94 1.08 25.8(7.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.167 | -50.0 | 40.0 | -0.00063 | 43.4 | 33.4 | -0.01740 | -43.4 | 6.6 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000625675 | -0.021527009 | 0.167 | 0.700 |

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02] |
| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [MPa] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|--------|--------|------|-------|--------|------|
| 1 | S | 142.30 | 223.43 | 33.4 | 100.0 | 0.0077 | 0.28 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.16 | -50.0 | 40.0 | -140.9 | -43.4 | 6.6 | 950 | 15.7 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>86 di 119</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 86 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 86 di 119 | | | | | | | | |

| | |
|-------------|--|
| Ver. | Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mx fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00092 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00042 (0.00042) | 396 | 0.167 (0.20) | 104.56 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.65 | -50.0 | 40.0 | -124.2 | -43.4 | 6.6 | 950 | 15.7 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00081 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00037 (0.00037) | 396 | 0.148 (0.20) | 105.53 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.13 | -50.0 | 40.0 | -74.2 | -43.4 | 6.6 | 900 | 15.7 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00022 (0.00022) | 385 | 0.086 (0.20) | 110.59 | 0.00 |

| APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>87 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 87 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 87 di 119 | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 88 di 119 |

10 POZZETTO 3 M X 3.3 M

Nel seguito verrà esaminato il modello globale in shell del pozzetto.

10.1 GEOMETRIA

La sezione trasversale di calcolo ha larghezza interna di $L_{int} = 2.20$ m (lato maggiore) e $L_{int} = 2.50$ m (lato minore) ed un'altezza netta di $H_{int} = 3.40$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.40$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.40$ m.

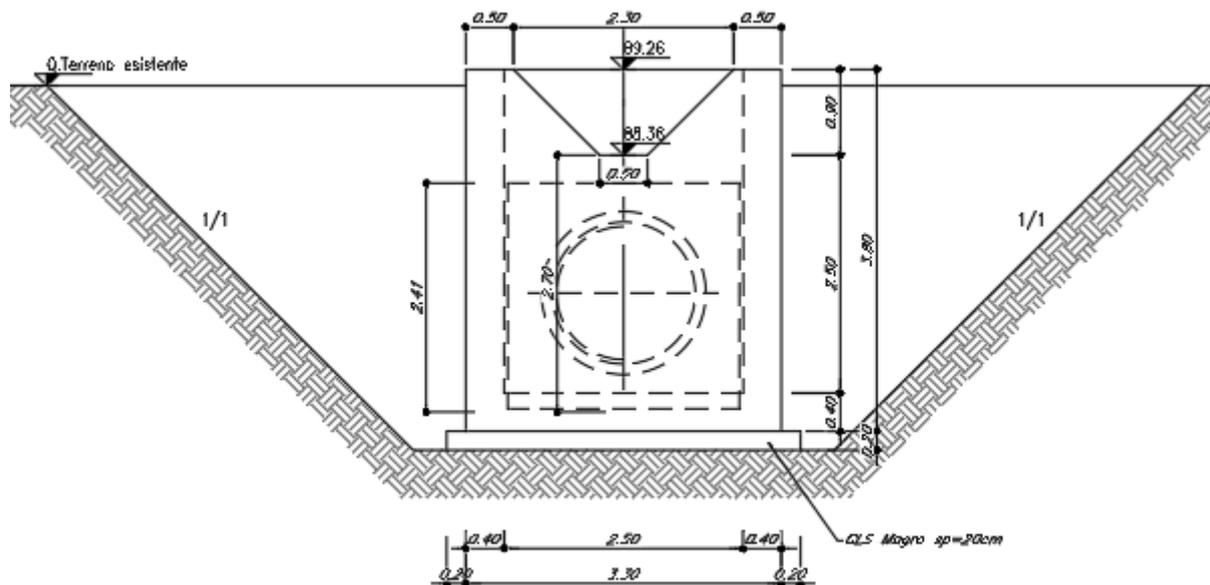


Figura 1 – sezione trasversale

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL IN.22.0.0.001 B 89 di 119 |

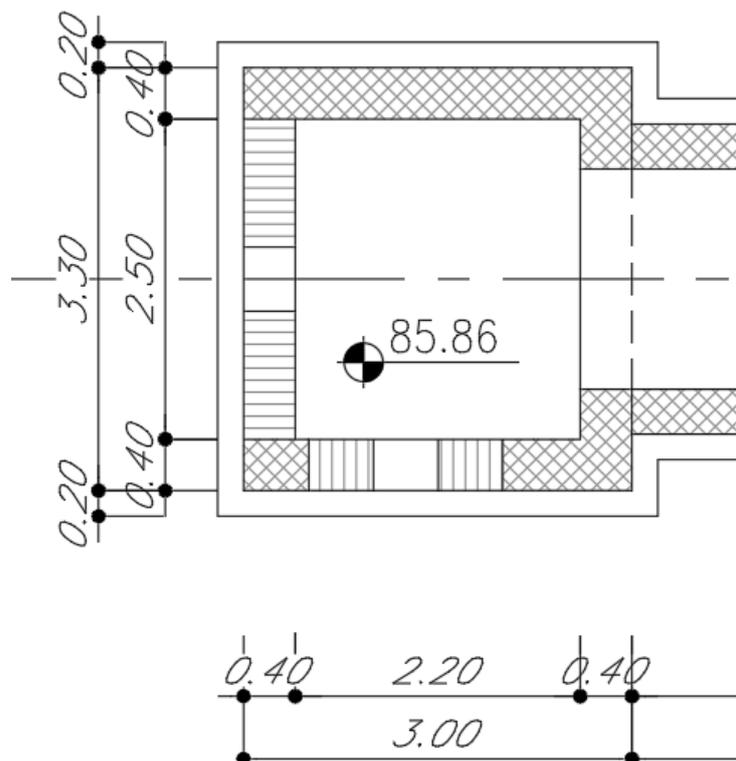


Figura 2 - pianta

| DATI GEOMETRICI | | | |
|---------------------------------------|-----------|--------|------|
| Grandezza | Simbolo | Valore | U.M. |
| larghezza totale pozzetto (lato min) | L_{tot} | 3.00 | m |
| larghezza totale pozzetto (lato magg) | L_{tot} | 3.30 | m |
| larghezza utile pozzetto (lato min) | L_{int} | 2.50 | m |
| larghezza utile pozzetto (lato magg) | L_{int} | 2.20 | m |
| spessore piedritti | S_p | 0.40 | m |
| spessore fondazione | S_f | 0.40 | m |
| altezza totale pozzetto | H_{tot} | 3.80 | m |
| altezza libera pozzetto | H_{int} | 3.40 | m |

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 90 di 119 |

10.2 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello di shell elements su letto di molle alla Winkler.

Il modello considerato per l'analisi è quello globale in cui piedritti e solette sono modellati con elementi shell-thick soggetti alle azioni da traffico di norma (se presenti) e quelle permanenti.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo in cui le aperture del pozzetto, di forma trapezoidale o circolare, sono state discretizzate con forme rettangolari al fine di semplificare la costruzione delle mesh di shell.

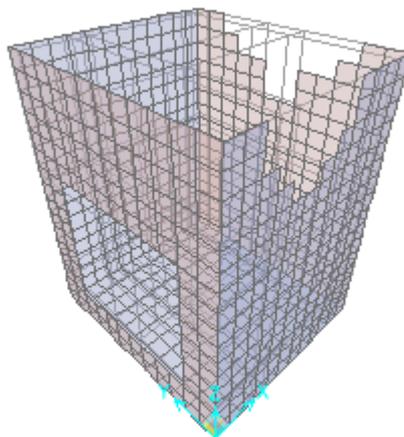


Figura 3 - Modello shell

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 91 di 119 |

10.2.1 Valutazione della rigidezza delle molle

Si considera il pozzetto appoggiato su di un letto di molle (schematizzazione alla Winkler) assegnando agli shell di fondazione del modello un valore di “spring” pari a $K= 28000$ kN/mc in funzione dell’interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

| | | |
|------------------|------------------------------------|--------|
| Interasse molle | $i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2)/10$ | [m] |
| Molle centrali | $k_1 = k * i$ | [kN/m] |
| Molle intermedie | $k_2 = 1.5 * k * i$ | [kN/m] |
| Molle laterali | $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2)$ | [kN/m] |

Si è assegnata alla piastra una distribuzione di linear spring tale che la rigidezza è decrescente dal bordo verso il centro della piastra, compatibile con la deformata della piastra stessa.

Per un interasse delle molle pari al lato dello shell y, si è calcolata la rigidezza degli shell in entrambi le direzioni x e y (lato corto e lungo del pozzetto):

| | | | |
|-----------------|-------|----------|---|
| | i | 0.17 | m |
| Molle centrali | 4620 | kN/m^3 | |
| Molle laterali | 6930 | kN/m^3 | |
| Molle estremità | 15820 | kN/m^3 | |
| | i | 0.24 | m |
| Molle centrali | 6720 | kN/m^3 | |
| Molle laterali | 10080 | kN/m^3 | |
| Molle estremità | 17920 | kN/m^3 | |

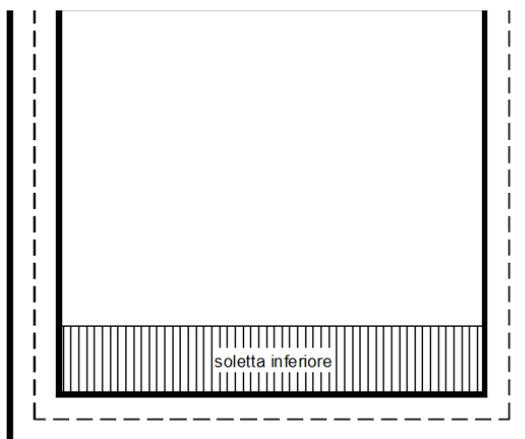
| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 92 di 119 |

10.3 ANALISI DEI CARICHI

10.3.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati

| | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| <u>Soletta inferiore</u> | - Peso proprio | 10.00 kN/m ² |
| | - Totale | 10.00 kN/m ² |
| | - peso dell'acqua | 27.40 kN/m ² |
| | - Peso pacchetto interno 0 cm | 0.00 kN/m ² |
| | - Peso terreno ricoprimento interno | 0.00 kN/m ² |
| | - Totale | 27.40 kN/m ² |
| <u>Piedritti</u> | - Peso proprio | 10.00 kN/m ² |

Il carico dell'acqua sulla soletta inferiore è stato calcolato , a favore di sicurezza, nell'ipotesi di pozzetto pieno.



| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 93 di 119 |

10.3.2 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

La falda è posta al p.c. perciò grava sull'intera altezza dei piedritti e fondazione:

$$\begin{array}{ll}
 p_{sw} = & 0.0 \quad \text{kN/m} \\
 p_{iw} = p_{sw} + \gamma_w * (H_{int} + S_f/2) = & 36.0 \quad \text{kN/m}
 \end{array}$$

10.3.3 Spinta del terreno sulle pareti

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\phi = 38^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidità dello scatolare, utilizzando la formula $K_o = 1 - \sin\phi'$, per cui si ottiene un valore di $K_o = 0.38$. Le spinte in asse soletta inferiore valgono:

$$\begin{array}{ll}
 p_{ss} = & 0.0 \quad \text{kN/m}^2 \\
 p_{is} = p_{ss} + K_o * \gamma * (H_{int} + S_f/2) = & 27.7 \quad \text{kN/m}^2
 \end{array}$$

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Conorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>94 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 94 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 94 di 119 | | | | | | | | |

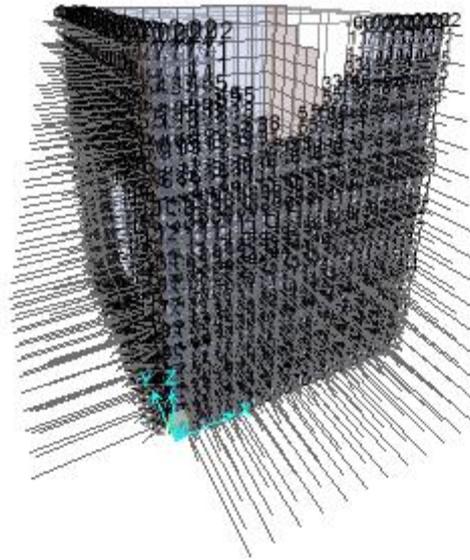


Figura 4 – spinta del terreno dx

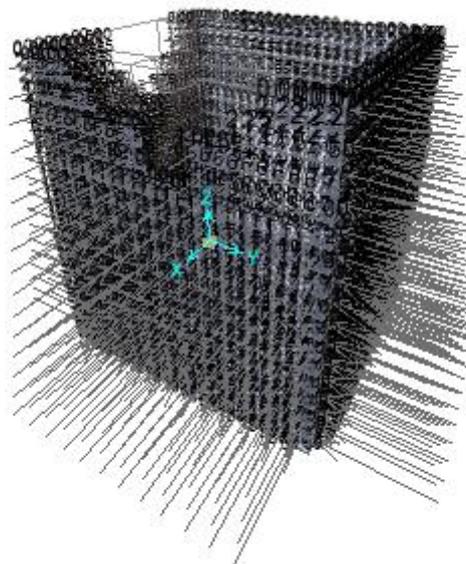


Figura 5 - spinta del terreno sx

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 95 di 119 |

10.3.4 Azione Termica

Si applica ai piedritti una variazione termica di +/-15°C.

10.3.5 Azione sismica inerziale

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

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.367 g$.

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

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

dove assumendo un terreno di tipo C ed in base al fattore di amplificazione del sito si ottiene:

$$S_s = 1.056 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

$$S_t = 1 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica}$$

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.056 * 1 * 0.367 g = 0.388 g$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.388$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.194$$

Sisma orizzontale

$$F_{sis} = a_{max} * \gamma * (H_{tot}) = 29.45 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{carico applicato sulle pareti})$$

$$F_{inp} = \alpha * S_p * \gamma * 1m = 3.88 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{inerzia piedritti})$$

$$\text{Totale} = 33.33 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{piedritto sx})$$

$$\text{Totale} = 3.88 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{piedritto dx})$$

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|-----------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 96 di 119 |

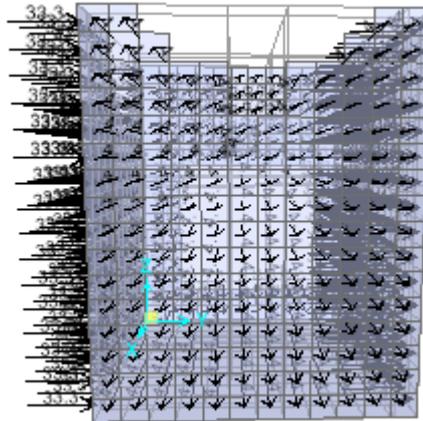


Figura 6 -sisma direzione y

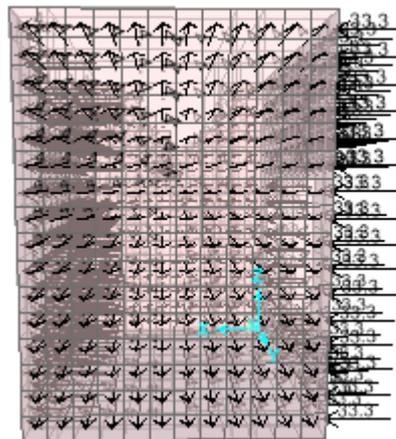


Figura 7 – sisma direzione x

Sisma verticale

$$F_{imp} = 0.5 * a * S_p * \gamma * 1m = 1.94 \text{ kN/m}^2 \text{ (inerzia piedritti)}$$

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>97 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 97 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 97 di 119 | | | | | | | | |

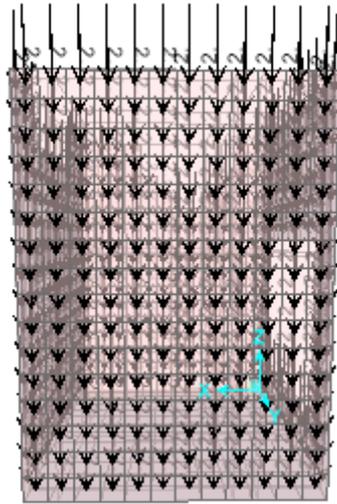


Figura 8- sisma verticale

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$

| | | | | | | | | |
|--|---|--|-------|----------|-----------|---------------|--------|-----------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 98 di 119 |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | | | | | | | | |

10.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

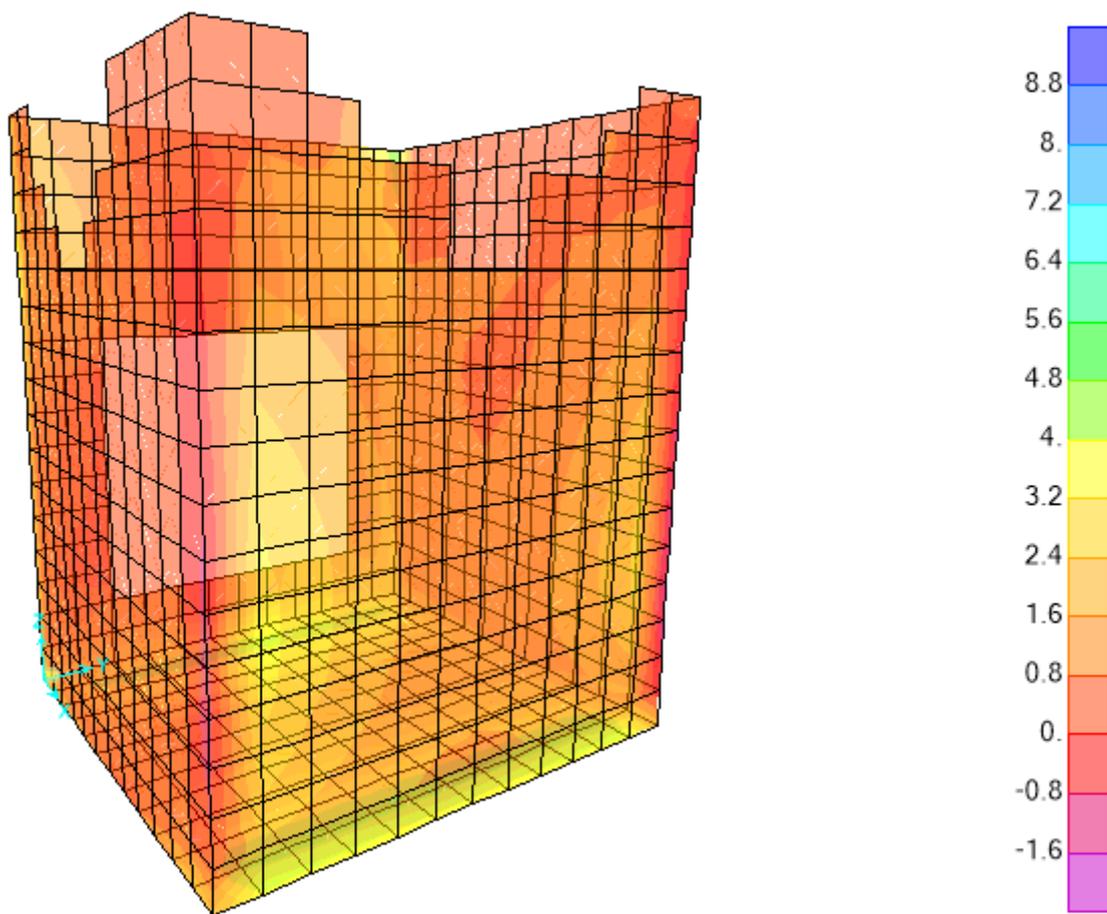


Figure 7 – Involuppo momenti flettenti m_{11} SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>99 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 99 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 99 di 119 | | | | | | | | |

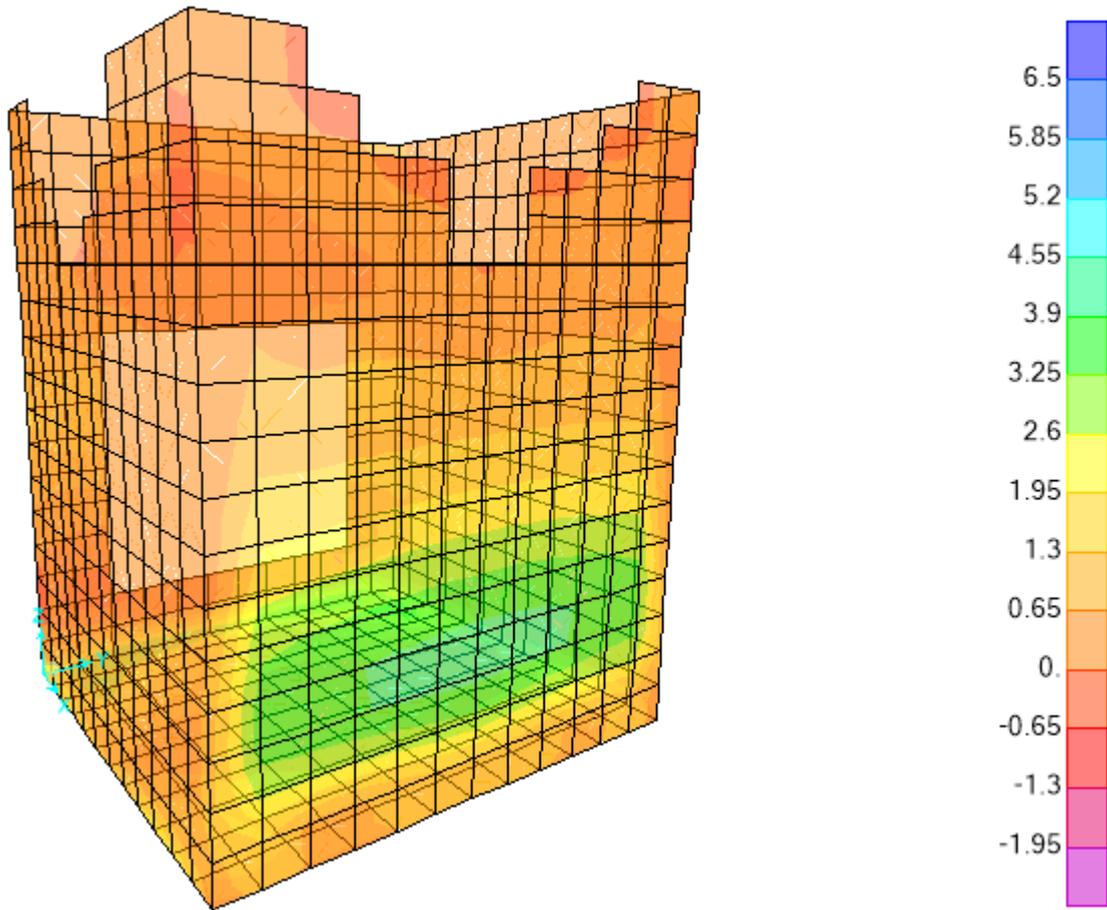


Figure 8 – Involuppo momenti flettenti M22 SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>100 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 100 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 100 di 119 | | | | | | | | |

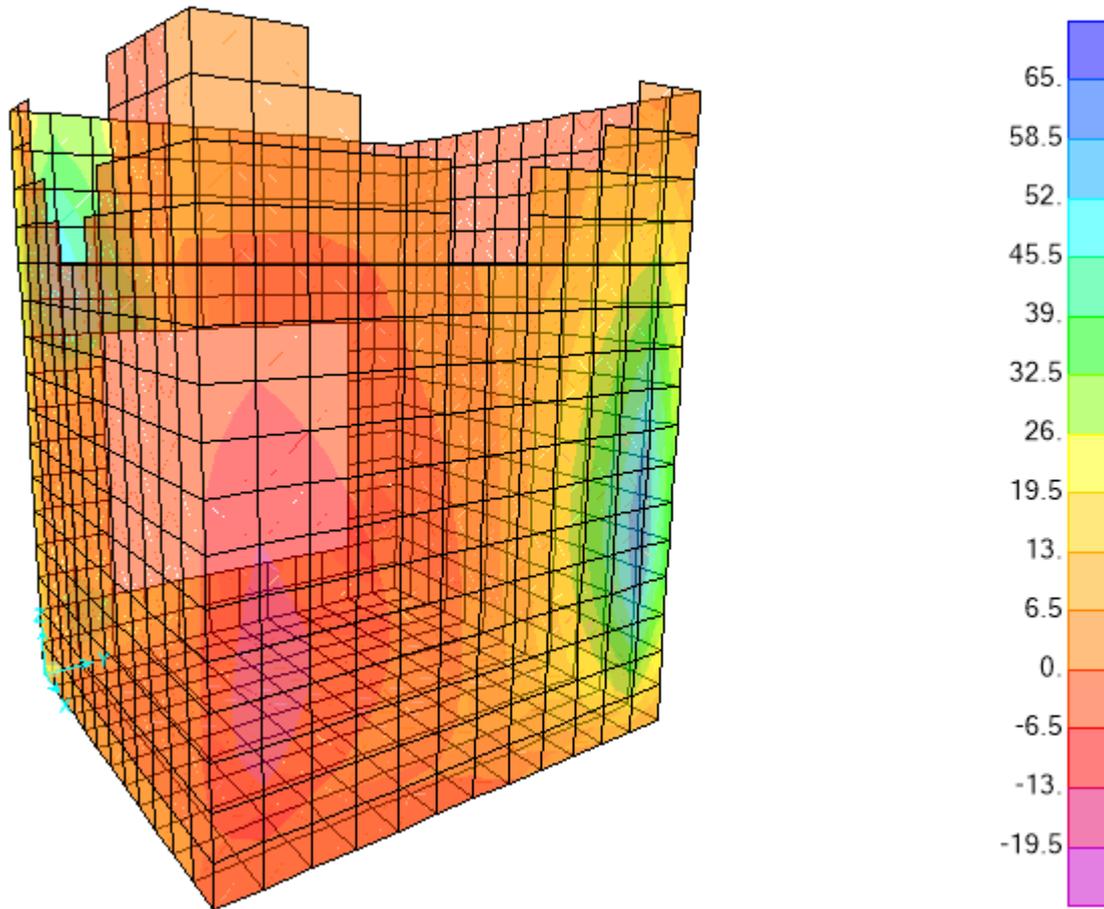


Figura 9 Involuppo sforzi taglienti v13 SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>101 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 101 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 101 di 119 | | | | | | | | |

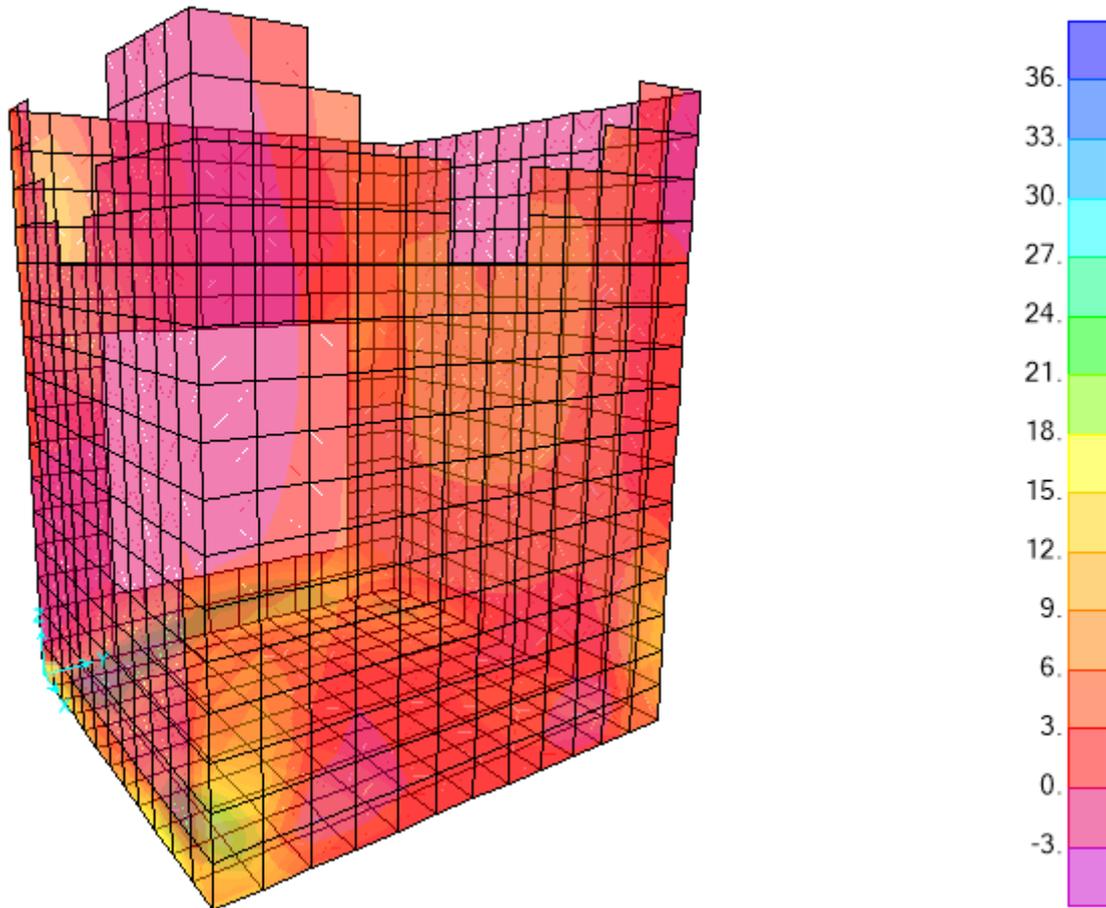


Figura 10 - Inviluppo sforzi taglienti v23 SLU-SLV

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>102 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 102 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 102 di 119 | | | | | | | | |

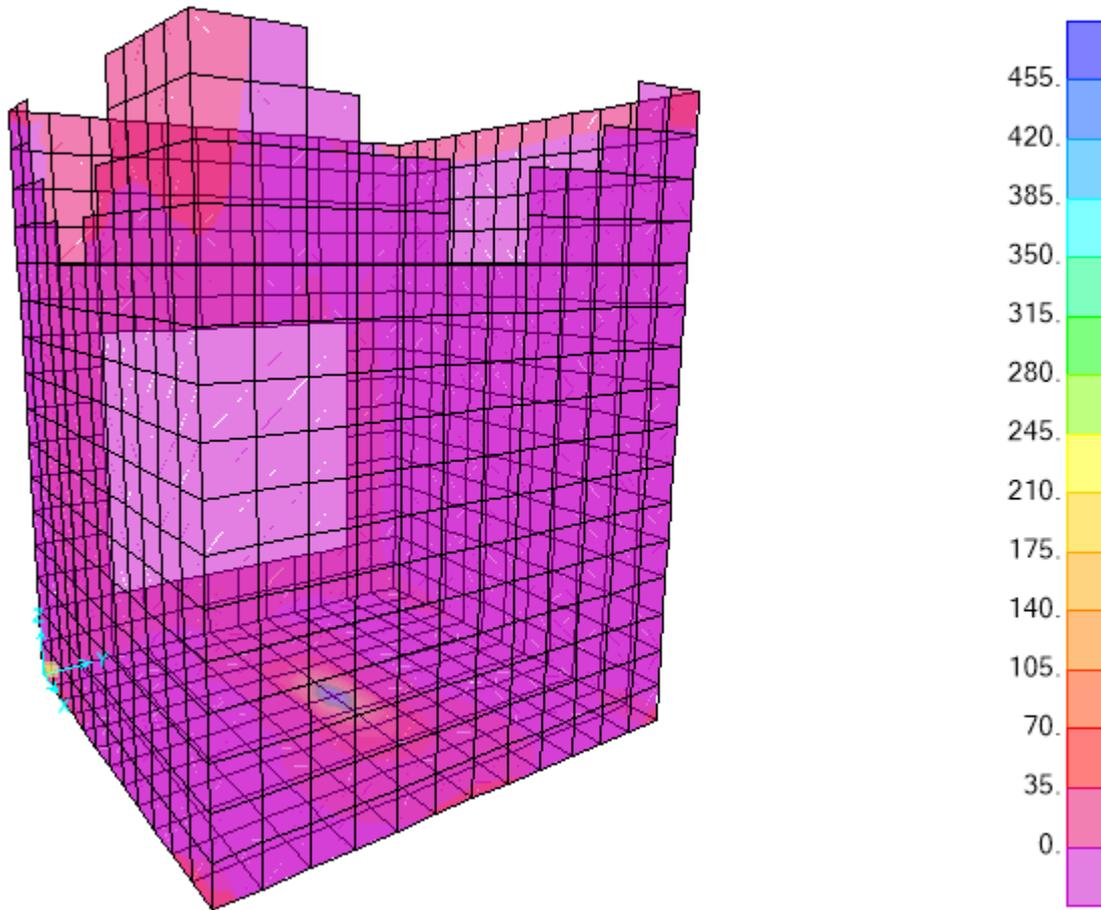


Figura 11– Inviluppo azioni assiali f11 SLU-SLV

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 103 di 119 |

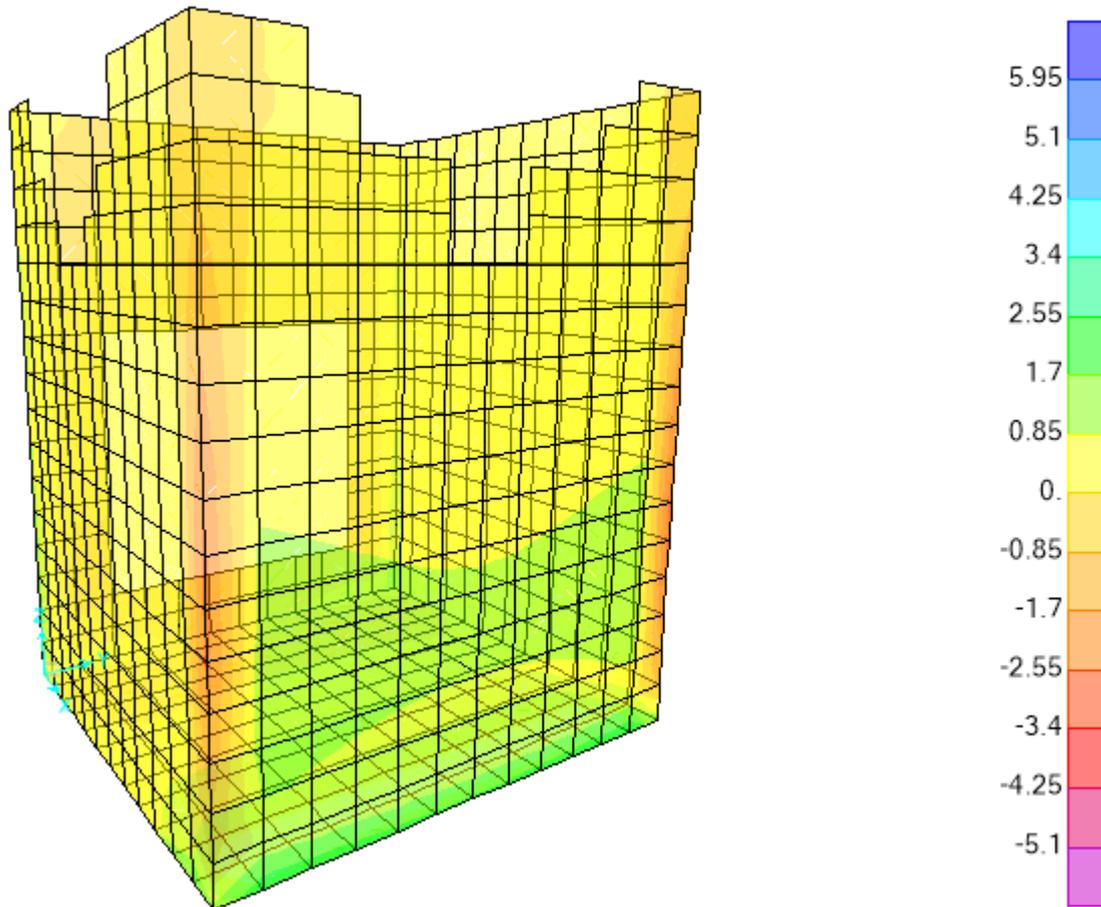


Figura 12– Involuppo momenti flettenti m11 SLE rara

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>104 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 104 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 104 di 119 | | | | | | | | |

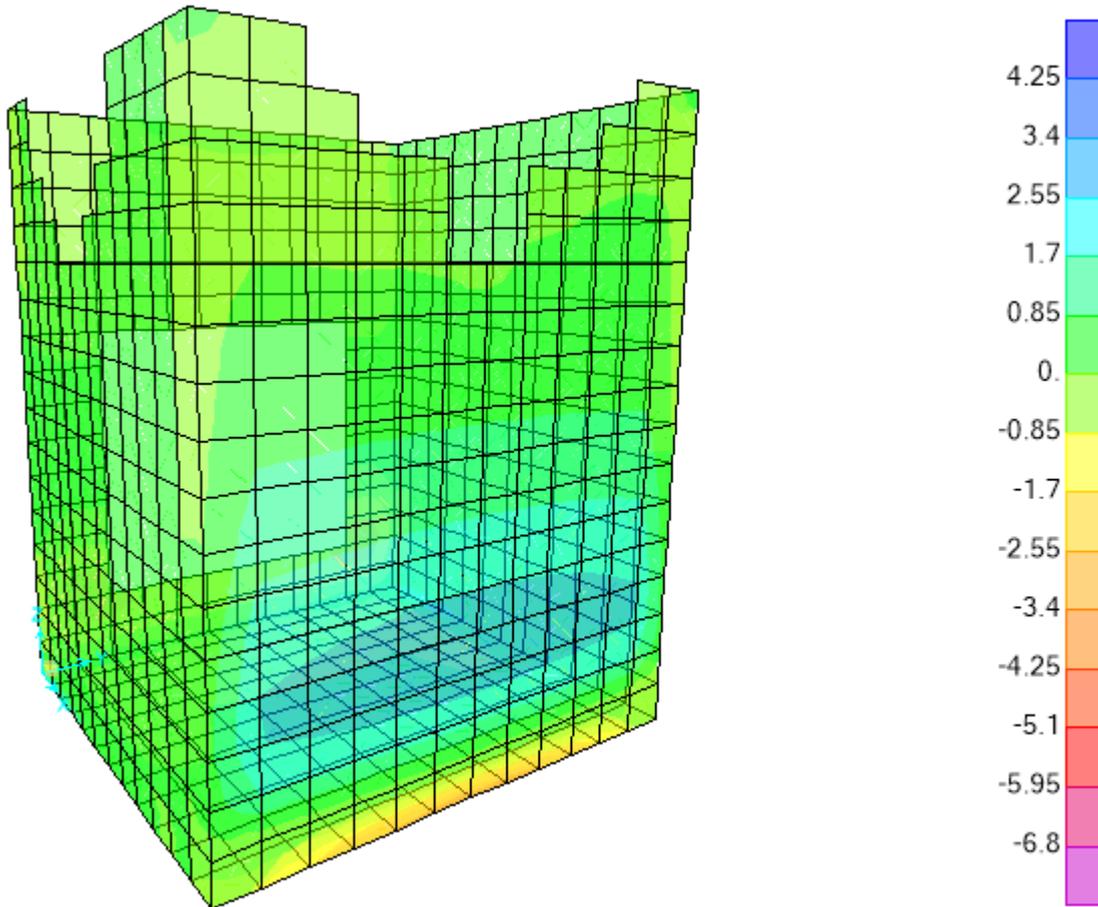


Figura 13– Inviluppo momenti flettenti m22 SLE rara

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>105 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 105 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 105 di 119 | | | | | | | | |

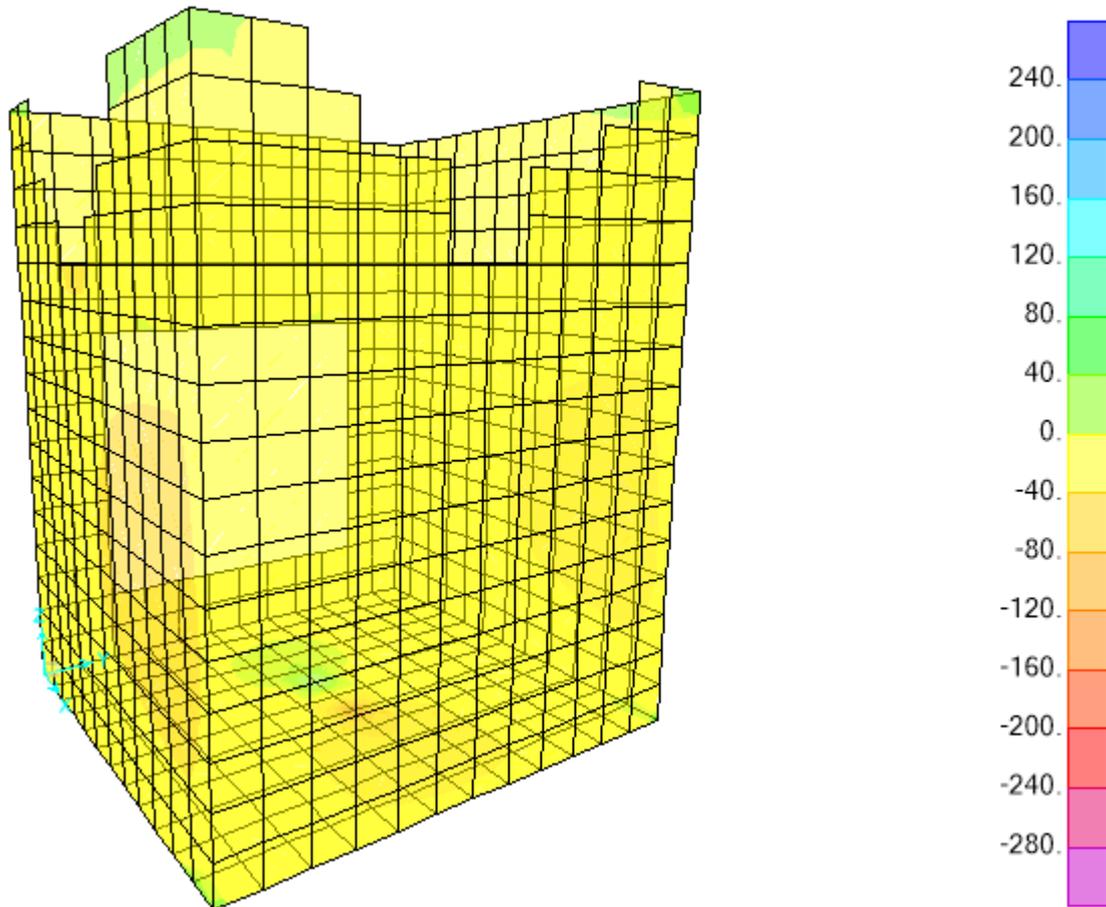


Figura 14 – involucro azioni assiali f11 sle rara

| | | | | | | | | |
|--|---|--|-------|----------|-----------|---------------|--------|------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 106 di 119 |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | | | | | | | | |

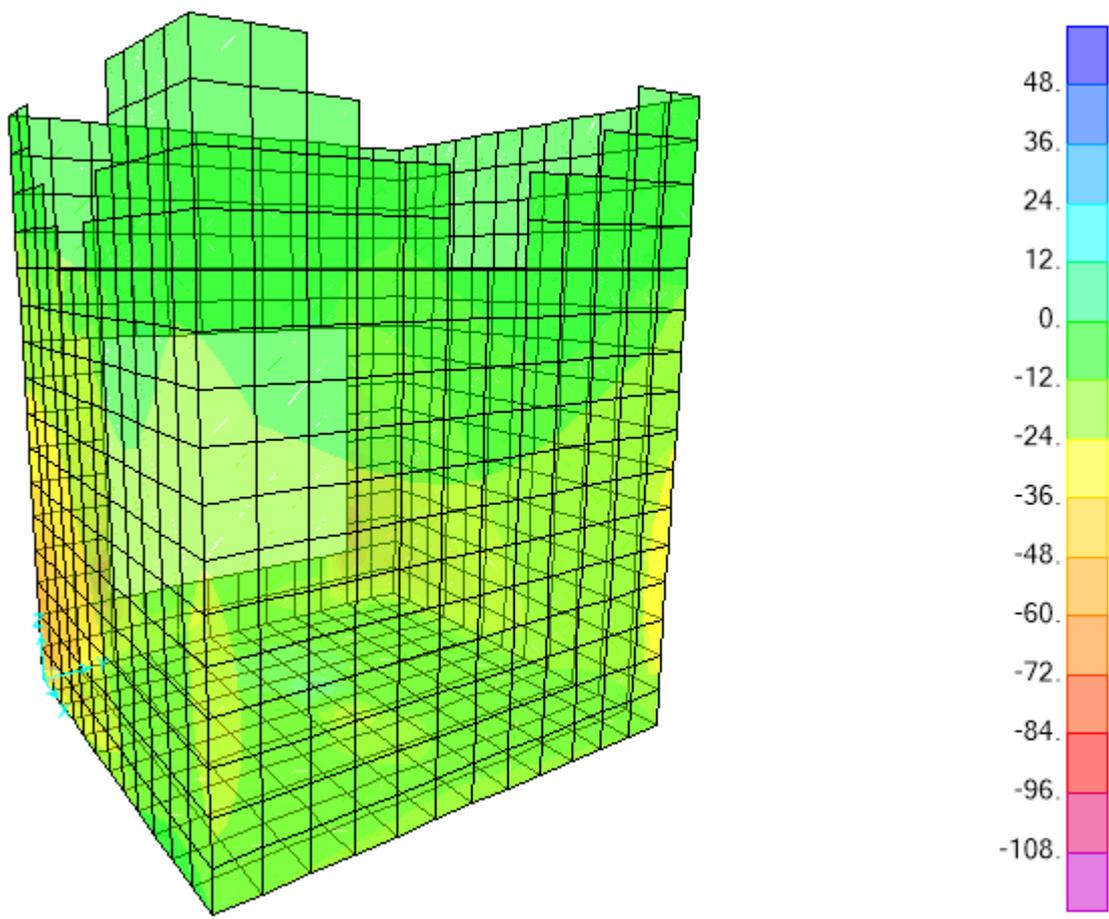


Figura 15 - involucro azioni assiali F22 sle rara

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 107 di 119 |

10.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Le verifiche delle sezioni in calcestruzzo sono state effettuate con il software VIS13, assumendo, per i materiali, i seguenti legami costitutivi:

- per il calcestruzzo è stato utilizzato un legame di tipo “stress-block”, definito dai seguenti parametri

$$\lambda = 0.8 \quad \text{per } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0.8 - (f_{ck} - 50)/400 \quad \text{per } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3.5\text{‰} \quad \text{per } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 2.60\text{‰} + 35\text{‰}[(90-f_{ck})/100]4 \quad \text{per } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1 \quad \text{per } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1 - (f_{ck} - 50)/200 \quad \text{per } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

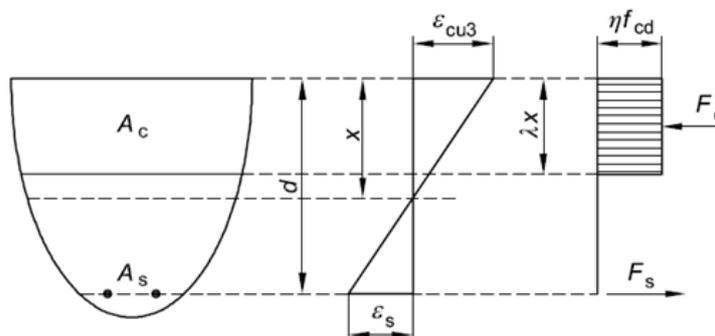


Figura 16 – legame di tipo stress block

- per l'acciaio è stato utilizzato un legame di tipo “elastico-perfettamente plastico”, definito dai seguenti parametri:

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{su} = 0.01$$

La resistenza degli elementi dotati di **armatura trasversale resistente al taglio** è calcolata attraverso il modello a traliccio descritto al § 6.2.3 della norma.

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo compressi è determinata in automatico dal programma in modo da massimizzare la resistenza dell'elemento ed è limitata dalla seguente espressione: $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 108 di 119 |

Tale procedura viene applicata per tutti gli elementi ad esclusione delle zone critiche di travi e pilastri primari di strutture in CDA, per le quali viene sempre assunto $\theta = 45^\circ$.

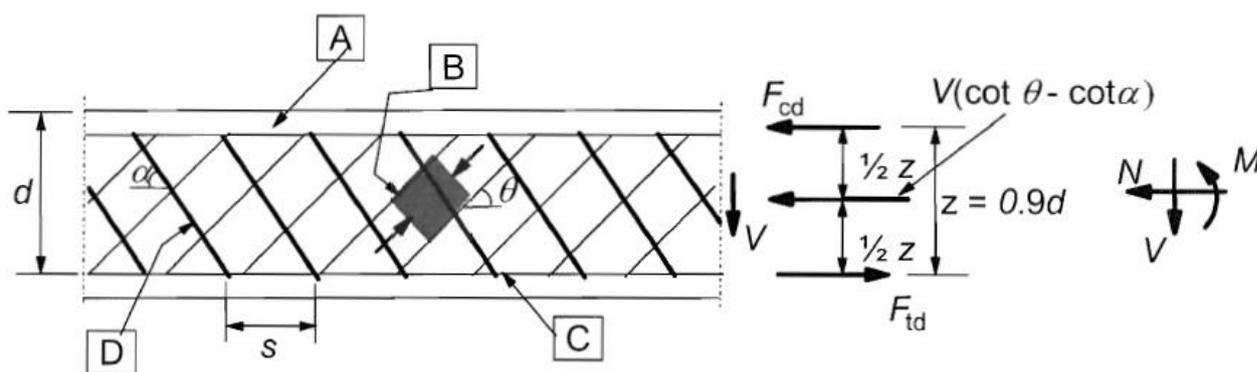


Figura 17 - meccanismo resistente a taglio

Le **verifiche delle tensioni di esercizio** sono condotte con riferimento ai seguenti parametri:

$k_1 = 0.55$ coefficiente riduttivo della resistenza a compressione del cls per combinazioni caratteristiche

$k_2 = 0.4$ coefficiente riduttivo della resistenza a compressione del cls per combinazioni quasi permanenti

$k_3 = 0.75$ coefficiente riduttivo della resistenza a trazione dell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Le verifiche di fessurazione sono condotte con riferimento allo stato limite di apertura delle fessure assumendo un valore limite di apertura pari a $W_{lim} = 0.2$ mm.

Il coefficiente di omogeneizzazione fra acciaio e calcestruzzo ($n = E_s/E_c$) è stato assunto pari a 15

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 109 di 119 |

10.5.1 Verifica piedritti

Si riporta la verifica delle sezioni dei piedritti:

Verifiche di resistenza dei setti

Geometria e materiali

| | |
|--------------------------|----------------------------------|
| Altezza parete [m] | 2.70 |
| Numero piani | 5 |
| Altezza piani [m] | 0.23 - 0.90 - 1.13 - 0.22 - 0.23 |
| Copriferro [cm] | 4.0 |
| Rck [N/mm ²] | 32 |
| Fyk [N/mm ²] | 450 |

Geometria delle sezioni del setto

| Sezione | Quota | Zona Critica | Gamba | s | L | Angolo |
|---------|-------|--------------|-------|------|-------|--------|
| | [m] | | | [cm] | [cm] | [°] |
| 1B | 0.00 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| 1T | 0.23 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| 2B | 0.23 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| 6T | 1.13 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 48.3 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 48.3 | 90 |
| | | | 4 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 5 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| 7B | 1.13 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 48.3 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 48.3 | 90 |
| | | | 4 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 5 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| 13B | 2.25 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| 13T | 2.48 | No | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 110 di 119 |

| | | | | | | |
|-----|------|----|---|------|-------|----|
| 14B | 2.48 | No | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| 14T | 2.70 | No | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 1 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 2 | 40.0 | 290.0 | 90 |
| | | | 3 | 40.0 | 260.0 | 0 |
| | | | 4 | 40.0 | 290.0 | 90 |

Armatura delle sezioni del setto

| Sezione | Gamba | As,v | As,h | As,i | |
|---------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | | [mm ²] | [mm ²] | [mm ²] | [°] |
| 1B | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| 1T | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| 2B | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| 6T | 1 | 2036 | 402 | 0 | 45 |
| | 2 | 792 | 402 | 0 | 45 |
| | 3 | 792 | 402 | 0 | 45 |
| | 4 | 2036 | 402 | 0 | 45 |
| | 5 | 2262 | 402 | 0 | 45 |
| 7B | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 924 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 924 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 5 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| 13B | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| 13T | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| 14B | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandataria: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 111 di 119 |

| | | | | | |
|-----|---|------|-----|---|----|
| 14T | 1 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 2 | 4310 | 785 | 0 | 45 |
| | 3 | 4002 | 785 | 0 | 45 |
| | 4 | 4310 | 785 | 0 | 45 |

Verifiche PMM del setto nei confronti della resistenza

| Sezione | Combinazione | β_{maj} | β_{min} | N | M2 | M3 | D/C |
|---------|--------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|------|
| | | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | |
| 1B | ens-SLV | 1.00 | 1.00 | -322.0 | -503.5 | -35.42 | 0.01 |
| 1T | ens-SLV | | | -298.7 | -458.4 | -32.86 | 0.01 |
| 2B | ens-SLV | | | -298.7 | -458.4 | -32.86 | 0.01 |
| 6T | ENV SLU-SLV | | | -313.0 | -228.6 | -34.43 | 0.01 |
| 7B | ENV SLU-SLV | | | -313.0 | -228.6 | -34.43 | 0.01 |
| 13B | ENV SLU-SLV | | | -175.4 | -90.18 | -19.29 | 0.00 |
| 13T | ENV SLU-SLV | | | -142.0 | -59.50 | 15.62 | 0.00 |
| 14B | ENV SLU-SLV | | | -142.0 | -59.50 | 15.62 | 0.00 |
| 14T | ENV SLU-SLV | | | -108.6 | -34.30 | 13.22 | 0.00 |

Verifiche a taglio del setto nei confronti della resistenza

| Sezione | Direzione 2 | | | Direzione 3 | | |
|---------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|
| | Combinazione | VSD | D/C | Combinazione | Vsd | D/C |
| | | [kN] | | | [kN] | |
| 1B_1 | SLU17-SIS | 27.98 | 0.06 | SLU18-SIS | -79.12 | 0.05 |
| 1B_2 | SLU17-SIS | 3.851 | 0.00 | SLU16-SIS | -93.47 | 0.20 |
| 1B_3 | ENV SLU-SLV | -24.63 | 0.06 | SLU18-SIS | -79.19 | 0.05 |
| 1B_4 | SLU02-STR | -1.381 | 0.00 | SLU15-STR | 112.4 | 0.23 |
| 1T_1 | SLU17-SIS | -27.60 | 0.06 | SLU18-SIS | -79.12 | 0.05 |
| 1T_2 | SLU17-SIS | 3.851 | 0.00 | SLU16-SIS | -31.48 | 0.07 |
| 1T_3 | ENV SLU-SLV | 24.11 | 0.06 | SLU18-SIS | -79.19 | 0.05 |
| 1T_4 | SLU02-STR | -1.381 | 0.00 | SLU15-STR | 58.01 | 0.12 |
| 2B_1 | SLU17-SIS | 26.82 | 0.06 | SLU18-SIS | -82.87 | 0.05 |
| 2B_2 | SLU17-SIS | 3.977 | 0.00 | SLU16-SIS | -41.93 | 0.09 |
| 2B_3 | ENV SLU-SLV | -23.06 | 0.05 | SLU18-SIS | -83.00 | 0.05 |
| 2B_4 | SLU02-STR | -1.407 | 0.00 | SLU15-STR | 68.89 | 0.14 |
| 6T_1 | SLU17-SIS | -22.94 | 0.05 | SLU18-SIS | -81.05 | 0.10 |
| 6T_2 | SLU15-STR | 4.369 | 0.03 | SLU17-SIS | 6.425 | 0.08 |
| 6T_3 | SLU15-STR | -4.348 | 0.03 | SLU17-SIS | 5.999 | 0.08 |
| 6T_4 | ENV SLU-SLV | 17.81 | 0.04 | SLU18-SIS | -81.48 | 0.10 |
| 6T_5 | SLU16-SIS | -2.267 | 0.00 | envSLU | -25.08 | 0.05 |
| 7B_1 | ens-SLV | 22.16 | 0.05 | SLU18-SIS | -79.63 | 0.05 |
| 7B_2 | SLU15-STR | 3.109 | 0.01 | SLU16-SIS | -2.687 | 0.03 |
| 7B_3 | SLU15-STR | -3.099 | 0.01 | SLU16-SIS | -3.087 | 0.04 |
| 7B_4 | ENV SLU-SLV | -16.77 | 0.04 | SLU18-SIS | -80.05 | 0.05 |
| 7B_5 | SLU16-SIS | -2.810 | 0.00 | SLU15-STR | 10.74 | 0.02 |
| 13B_1 | ENV-GEO | 16.34 | 0.04 | SLU18-SIS | -58.41 | 0.04 |
| 13B_2 | SLU15-STR | -3.211 | 0.00 | SLU16-SIS | -26.72 | 0.06 |
| 13B_3 | ENV SLU-SLV | -8.903 | 0.02 | SLU17-SIS | -65.68 | 0.04 |
| 13B_4 | SLU16-SIS | -6.841 | 0.00 | envSLU | 5.432 | 0.01 |

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 112 di 119 |

| Sezione | Direzione 2 | | | Direzione 3 | | |
|---------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|
| | Combinazione | Vsd | D/C | Combinazione | Vsd | D/C |
| | | [kN] | | | [kN] | |
| 13T_1 | ENV-GEO | -15.95 | 0.04 | SLU18-SIS | -58.41 | 0.04 |
| 13T_2 | SLU15-STR | -3.211 | 0.00 | SLU17-SIS | 9.323 | 0.02 |
| 13T_3 | ENV SLU-SLV | 8.379 | 0.02 | SLU17-SIS | -65.68 | 0.04 |
| 13T_4 | SLU16-SIS | -6.841 | 0.00 | SLU15-STR | -13.89 | 0.03 |
| 14B_1 | ENV-GEO | 15.17 | 0.04 | SLU16-SIS | -47.57 | 0.03 |
| 14B_2 | SLU04-STR | -3.415 | 0.00 | ens-SLV | -18.46 | 0.04 |
| 14B_3 | ENV SLU-SLV | -7.331 | 0.02 | SLU17-SIS | -59.27 | 0.04 |
| 14B_4 | SLU16-SIS | -7.533 | 0.00 | envSLU | 4.126 | 0.01 |
| 14T_1 | ENV-GEO | -14.78 | 0.03 | SLU16-SIS | -47.57 | 0.03 |
| 14T_2 | SLU04-STR | -3.415 | 0.00 | SLU17-SIS | 14.96 | 0.03 |
| 14T_3 | ENV SLU-SLV | 6.807 | 0.02 | SLU17-SIS | -59.27 | 0.04 |
| 14T_4 | SLU16-SIS | -7.533 | 0.00 | SLU15-STR | -11.70 | 0.02 |

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

| Sezione | Quota [m] | Combinazione | N | M2 | M3 | $\sigma_{c,min}$ | $\sigma_{c,lim}$ | D/C |
|---------|-----------|--------------|--------|-------|-------|----------------------|----------------------|------|
| | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | |
| 1B | 0.00 | SLE-RARA2 | -342.5 | 119.2 | 1.822 | -106.6e-3 | -17.60 | 0.01 |
| 1T | 0.23 | SLE-RARA2 | -317.8 | 89.22 | 2.220 | -93.25e-3 | -17.60 | 0.01 |
| 2B | 0.23 | SLE-RARA2 | -317.8 | 89.22 | 2.310 | -93.27e-3 | -17.60 | 0.01 |
| 6T | 1.13 | SLE-RARA2 | -231.9 | 73.43 | 3.647 | -96.65e-3 | -17.60 | 0.01 |
| 7B | 1.13 | SLE-RARA2 | -231.9 | 73.43 | 3.708 | -95.09e-3 | -17.60 | 0.01 |
| 13B | 2.25 | SLE-RARA2 | -129.9 | 6.162 | 6.294 | -31.23e-3 | -17.60 | 0.00 |
| 13T | 2.48 | SLE-RARA2 | -105.2 | 7.376 | 7.330 | -26.50e-3 | -17.60 | 0.00 |
| 14B | 2.48 | SLE-RARA2 | -105.2 | 7.376 | 7.570 | -26.56e-3 | -17.60 | 0.00 |
| 14T | 2.70 | SLE-RARA2 | -80.41 | 8.590 | 8.674 | -21.85e-3 | -17.60 | 0.00 |

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

| Sezione | Quota [m] | Combinazione | N | M2 | M3 | $\sigma_{c,min}$ | $\sigma_{c,lim}$ | D/C |
|---------|-----------|--------------|--------|-------|-------|----------------------|----------------------|------|
| | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | |
| 1B | 0.00 | SLE-QP2 | -342.5 | 119.2 | 1.822 | -106.6e-3 | -12.80 | 0.01 |
| 1T | 0.23 | SLE-QP2 | -317.8 | 89.22 | 2.220 | -93.25e-3 | -12.80 | 0.01 |
| 2B | 0.23 | SLE-QP2 | -317.8 | 89.22 | 2.310 | -93.27e-3 | -12.80 | 0.01 |
| 6T | 1.13 | SLE-QP2 | -231.9 | 73.43 | 3.647 | -96.65e-3 | -12.80 | 0.01 |
| 7B | 1.13 | SLE-QP2 | -231.9 | 73.43 | 3.708 | -95.09e-3 | -12.80 | 0.01 |
| 13B | 2.25 | SLE-QP2 | -129.9 | 6.162 | 6.294 | -31.23e-3 | -12.80 | 0.00 |
| 13T | 2.48 | SLE-QP2 | -105.2 | 7.376 | 7.330 | -26.50e-3 | -12.80 | 0.00 |
| 14B | 2.48 | SLE-QP2 | -105.2 | 7.376 | 7.570 | -26.56e-3 | -12.80 | 0.00 |
| 14T | 2.70 | SLE-QP2 | -80.41 | 8.590 | 8.674 | -21.85e-3 | -12.80 | 0.00 |

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

| Sezione | Quota [m] | Combinazione | N | M2 | M3 | σ_s | $\sigma_{s,lim}$ | D/C |
|---------|-----------|--------------|--------|-------|-------|----------------------|----------------------|------|
| | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | |
| 1B | 0.00 | SLE-RARA2 | -342.5 | 119.2 | 1.822 | -1.586 | 337.5 | 0.00 |
| 1T | 0.23 | SLE-RARA2 | -317.8 | 89.22 | 2.220 | -1.389 | 337.5 | 0.00 |
| 2B | 0.23 | SLE-RARA2 | -317.8 | 89.22 | 2.310 | -1.389 | 337.5 | 0.00 |
| 6T | 1.13 | SLE-RARA2 | -231.9 | 73.43 | 3.647 | -1.438 | 337.5 | 0.00 |

| | | | | | | |
|--|---|--|-----------|----------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE: | TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 113 di 119 |

| Sezione | Quota | Combinazione | N | M2 | M3 | σ_s | $\sigma_{s,lim}$ | D/C |
|---------|-------|--------------|--------|-------|-------|----------------------|----------------------|------|
| | [m] | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | |
| 7B | 1.13 | SLE-RARA2 | -231.9 | 73.43 | 3.708 | -1.415 | 337.5 | 0.00 |
| 13B | 2.25 | SLE-RARA2 | -129.9 | 6.162 | 6.294 | -467.1e-3 | 337.5 | 0.00 |
| 13T | 2.48 | SLE-RARA2 | -105.2 | 7.376 | 7.330 | -396.0e-3 | 337.5 | 0.00 |
| 14B | 2.48 | SLE-RARA2 | -105.2 | 7.376 | 7.570 | -396.9e-3 | 337.5 | 0.00 |
| 14T | 2.70 | SLE-RARA2 | -80.41 | 8.590 | 8.674 | -326.0e-3 | 337.5 | 0.00 |

Verifiche di fessurazione

| Sezione | Quota | QP |
|---------|-------|------------------|
| | [m] | Apertura fessure |
| 1B | 0.00 | OK |
| 1T | 0.23 | OK |
| 2B | 0.23 | OK |
| 6T | 1.13 | OK |
| 7B | 1.13 | OK |
| 13B | 2.25 | OK |
| 13T | 2.48 | OK |
| 14B | 2.48 | OK |
| 14T | 2.70 | OK |

L'armatura dei piedritti si adotta, a favore di sicurezza, anche per la soletta inferiore in quanto meno sollecitata.

10.6 TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI

| | INCIDENZA (kg/mc) |
|------------|--------------------------|
| Fondazione | 110 |
| Elevazione | 110 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 114 di 119 |

10.7 VERIFICA FONDAZIONE

10.7.1 Verifica portanza

Si riporta di seguito la verifica di portanza per la combinazione più sfavorevole:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

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

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

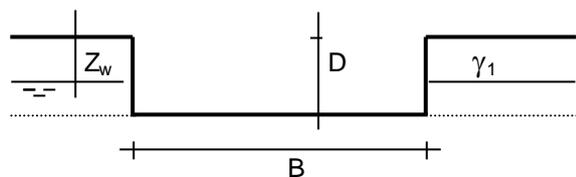
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

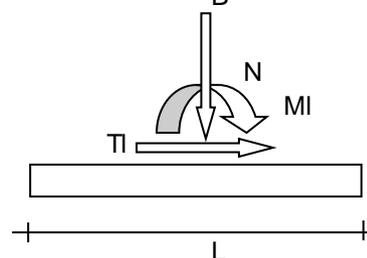
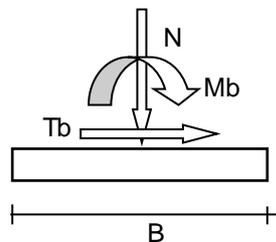
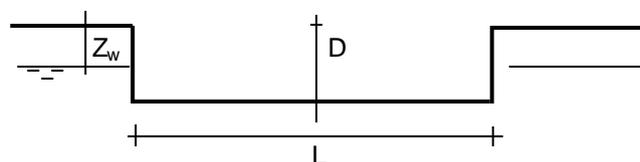
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

| Metodo di calcolo | | | coefficienti parziali | | | | | | |
|--------------------------|----------|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------|------------|-------|------|
| | | | azioni | | proprietà del terreno | | resistenze | | |
| | | | permanenti | temporanee variabili | $\tan \phi'$ | c' | q_{lim} | scorr | |
| Stato Limite Ultimo | A1+M1+R1 | ○ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| | A2+M2+R2 | ○ | 1.00 | 1.30 | 1.25 | 1.25 | 1.80 | 1.00 | |
| | SISMA | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.80 | 1.00 | |
| | A1+M1+R3 | ○ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 2.30 | 1.10 | |
| | SISMA | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.30 | 1.10 | |
| Tensioni Ammissibili | | | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 3.00 |
| Definiti dal Progettista | | | ● | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.30 | 1.10 |

| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.22.0.0.001</td> <td>B</td> <td>115 di 119</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 115 di 119 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 115 di 119 | | | | | | | | |

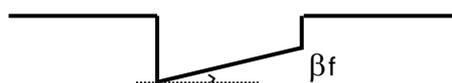


γ, c', φ'



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 3.00 (m)
 L = 1.00 (m)
 D = 3.80 (m)



$\beta_f = 0.00$ (°)



$\beta_p = 0.00$ (°)

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 116 di 119 |

AZIONI

| | valori di input | | Valori di calcolo |
|----------|-----------------|------------|-------------------|
| | permanenti | temporanee | |
| N [kN] | 874.00 | | 874.00 |
| Mb [kNm] | 0.00 | | 0.00 |
| MI [kNm] | 0.00 | | 0.00 |
| Tb [kN] | 0.00 | | 0.00 |
| TI [kN] | 0.00 | | 0.00 |
| H [kN] | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.50 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 33.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 33.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 24.80 \quad (\text{m})$$

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

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

$$B^* = 3.00 \quad (\text{m})$$

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

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 74.10 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.50 \quad (\text{kN/mc})$$

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 117 di 119 |

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

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

$$Nq = 26.09$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 38.64$$

$$Ny = 2 * (Nq + 1) * \tan \varphi'$$

$$Ny = 35.19$$

sc, sq, sy : fattori di forma

$$s_c = 1 + B * Nq / (L * Nc)$$

$$s_c = 1.23$$

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

$$s_q = 1.22$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 * B * / L *$$

$$s_\gamma = 0.87$$

| | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 3.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.22.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 118 di 119 |

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.75 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.25 \quad m = 1.75 \quad (-)$$

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

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

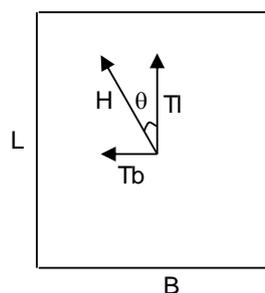
$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_\gamma = 1.00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

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

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

$$d_q = 1.35$$

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

$$d_c = 1.37$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

| | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|------|------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN22 - Tombino idraulico Ø 1500 al km 40+238,9 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 3.2.E.ZZ | CL | IN.22.0.0.001 | B | 119 di 119 |

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

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

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

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 3481.25 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 291.33 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 1513.59 \geq q = 291.33 \quad (\text{kN/m}^2)$$