

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70

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 2 2 E Z Z C L I N 1 4 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 | EMISSIONE | M. Marras | 30/10/21 | D. Maturi | 30/10/21 | M. Nuti | 30/10/21 | |
| | | | | | | | | ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO Dotting. PAOLO CUCINO ISCRIZIONE ALBO N° 2216 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 30/10/21 |

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.IN.14.0.0.001.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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 2 di 139 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 5 |
| 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 ELEVAZIONI (C 32/40)..... | 11 |
| 3.3 | CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE (C 28/35) | 12 |
| 3.4 | CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).. | 13 |
| 3.5 | ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C)..... | 13 |
| 3.6 | VERIFICHE ALLE TENSIONI..... | 15 |
| 3.7 | VERIFICHE A FESSURAZIONE | 15 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA | 17 |
| 4.1 | ITERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE..... | 17 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE SISMICA | 19 |
| 5.1 | VITA NOMINALE E CLASSE D'USO..... | 19 |
| 5.2 | PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA | 19 |
| 6 | SOFTWARE DI CALCOLO..... | 22 |
| 6.1 | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ADOTTATI | 22 |
| 6.2 | UNITÀ DI MISURA | 22 |
| 6.3 | GRADO DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE | 22 |
| 6.4 | VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO | 22 |
| 6.5 | CARATTERISTICHE DELL'ELABORAZIONE | 23 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 3 di 139 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6.6 | GIUDIZIO FINALE SULLA ACCETTABILITÀ DEI CALCOLI | 23 |
| 6.7 | PROGRAMMI DI SERVIZIO | 23 |
| 7 | COMBINAZIONI DI CARICO | 24 |
| 8 | SCATOLARE 9.00 X 1.50 M | 29 |
| 8.1 | GEOMETRIA..... | 29 |
| 8.2 | MODELLO DI CALCOLO..... | 30 |
| 8.3 | ANALISI DEI CARICHI | 32 |
| 8.4 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI..... | 42 |
| 8.5 | VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A..... | 43 |
| 8.6 | TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI | 58 |
| 8.7 | VERIFICA FONDAZIONE | 58 |
| 9 | SEZIONE AD U DI IMBOCCO | 63 |
| 9.1 | GEOMETRIA..... | 63 |
| 9.2 | MODELLO DI CALCOLO..... | 63 |
| 9.3 | ANALISI DEI CARICHI | 65 |
| 9.4 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI | 70 |
| 9.5 | VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A..... | 72 |
| 10 | MURO DI SOSTEGNO..... | 81 |
| 10.1 | CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA | 81 |
| 10.2 | ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI..... | 87 |
| 10.3 | CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE | 91 |
| 10.4 | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO | 101 |
| 10.5 | ANALISI E VERIFICHE MURI | 101 |

| | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 4 di 139 |

10.6 MODELLO DI CALCOLO 103

10.7 TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI 106

10.8 TABULATI DI CALCOLO 107

| | |
|---|---|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL IN.14.0.0.001 B 5 di 139 |

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 Cancello–Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

L'opera consiste in uno scatolare in c.a. gettato in opera e vasche di imbocco con sezione ad U.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 9.00$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 1.50$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.80$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.80$ m e lo spessore della soletta di copertura è di $S_s = 0.80$ 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.

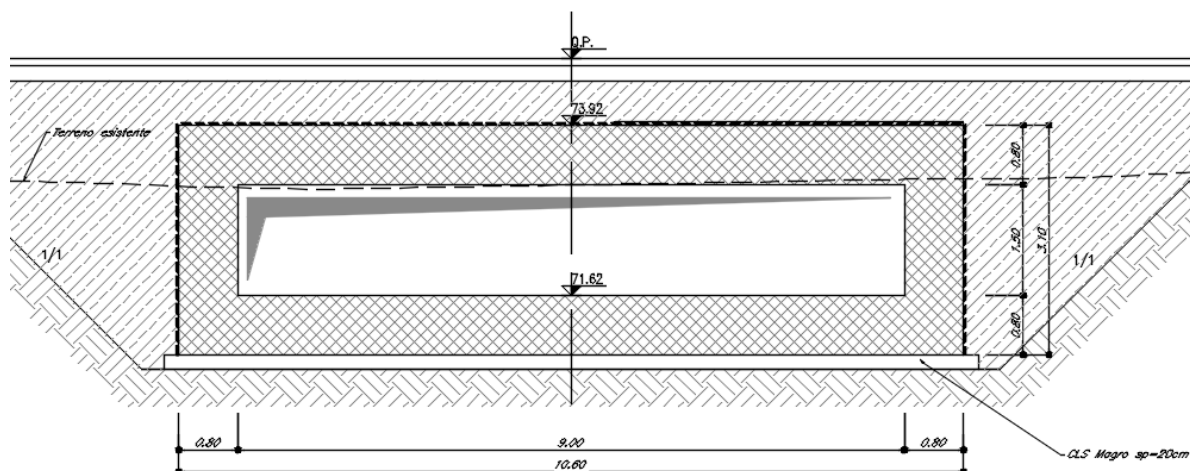


Figure 1 – Sezione trasversale dell'opera scatolare

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 7 di 139 |

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 8 di 139 |

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 9598 | 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/diagelo, 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 abrasione, gelo o attacco chimico. | - | C 12/15 | |
| 2 Corrosione indotta da carbonatazione <small>Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copri ferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se si è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.</small> | | | | | | |
| 2 a | XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato. | Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua. | 0,60 | C 25/30 | |
| 2 a | XC2 | Bagnato, raramente asciutto. | Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. 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 comprese 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 (Ficine). | 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 | |

| | | | | | | |
|--|---|---|----------------|----------------------------|-----------|--------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 9 di 139 |

| Classe esposizione norma UNI 9958 | 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 salinità 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 | Permanente sommerso. | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi 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 battigia 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 soggetti 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 acqua 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 | Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori 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. Contenitori 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 condizione di saturazione;
- elevato: alla 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:

5.

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

UNI 11104:2004

| | 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 | | |
| | | X0 | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | Acqua di mare | | | Cloruri provenienti da altre fonti | | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 | XA1 | XA2 |
| Massimo rapporto a/c | - | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 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 ^{a)} | | | | | |
| Altri requisiti | | | | | | | | | | | | | Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo | È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)} | | | |

*) 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

| APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>10 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 10 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 10 di 139 | | | | | | | | |

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

- Soletta di fondazione ed 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>11 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 11 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 11 di 139 | | | | | | | | |

3.2 CALCESTRUZZO PER 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

| | | | | | | |
|---|---|----------|----------|---------------|------|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 12 di 139 |

$$\eta = 1.00$$

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

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 PER FONDAZIONE (C 28/35)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{35} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{29.1} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 37.1 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = \boxed{2.83} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{1.98} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctf} = \boxed{3.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{2.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.5}$$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = \boxed{16.5} \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = \boxed{1.32} \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd \text{ f}} = \boxed{1.59} \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>13 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 13 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 13 di 139 | | | | | | | | |

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

Modulo di elasticità normale : $E_{cm} = 32588$ MPa
Modulo di elasticità tangenziale: $G_{cm} = 13578$ MPa

Modulo di Poisson:

$\nu = 0.2$

Coefficiente di dilatazione lineare

$\alpha = 0.00001$ °C⁻¹

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$\eta = 1.00$

$f_{bd} = 2.98$ MPa (2,25*f_{ctk}*η/γ_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)

$\sigma_{cmax\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 11.62$ MPa (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{cmax\ R} = (0,55 f_{ck}) = 15.98$ MPa (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

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

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$R_{ck} = 15$ MPa

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$f_{ck} = 12.5$ MPa (0,83*R_{ck})

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

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

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

Tensione caratteristica di rottura:

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 14 di 139 |

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

Tensione caratteristica allo snervamento:

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

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:

$$\gamma_c = \mathbf{1.15}$$

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

Resistenza di calcolo allo SLU:

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

Modulo di elasticità :

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

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

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

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 15 di 139 |

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

3.6 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 $0,75 f_{yk}$.

3.7 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 | $\leq w_2$ | ap. fessure | $\leq w_3$ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| b | Aggressive | frequente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>16 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 16 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 16 di 139 | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|------------------|------------------|--------------------|---|-------------|-----------------|
| | | 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:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 17 di 139 |

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 | V_s | 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 | 0 |
| ba3 | 0.0-5.0 | 19 | 0 | 24 | 75 | | | 0.2 | 40 | |
| bn1 | 5.0-5.5 | 20 | 0 | 38 | 0 | | | 0.3 | 80 | |
| bn3 | 5.5-9.0 | 20 | 10 | 25 | 130 | | | 0.2 | 170 | |
| bn1 | 9.0-16.0 | 20 | 0 | 38 | 0 | | | 0.3 | 390 | |

Si considera la fondazione all'interno dello strato "ba3".

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 |
| $\varphi' = 35^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |

Infine, il livello di falda, dal profilo geotecnico locale si evince che la superficie piezometrica influenza il regime di spinta sull'opera (-0.0m 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 18 di 139 |

– 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:

$$E = 40000 \text{ kN/m}^2$$

$$\nu = 0.3$$

$$B = 10.6 \text{ m}$$

$$L = 7.20 \text{ m}$$

$$L/B = 0.68$$

$$c_t = 0.65$$

$$K_w = 6415 \text{ kN/m}^3$$

Cautelativamente si limita, ai fini del calcolo, il valore della costante di sottofondo a circa 6000 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 19 di 139 |

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.

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 costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 20 di 139 |


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



Controllo sul reticolo:
Sito esterno al reticolo
Interpolazione su 3 nodi
Interpolazione corretta

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) - V_R info

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

Stati limite di esercizio - SLE

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| $SLO - P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
| $SLD - P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |

Stati limite ultimi - SLU

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| $SLV - P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| $SLC - P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

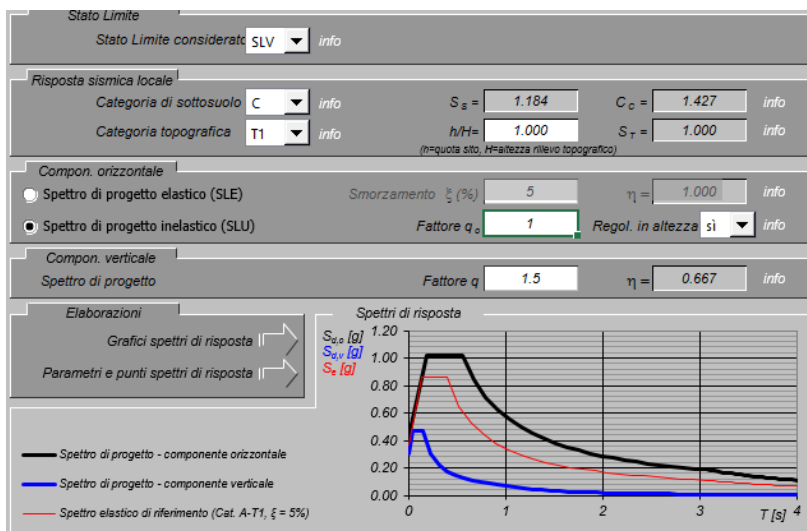
Elaborazioni:
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 21 di 139 |



Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.367 g |
| F_o | 2.347 |
| T_C^* | 0.395 s |
| S_S | 1.184 |
| C_C | 1.427 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.184 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.188 s |
| T_C | 0.563 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 22 di 139 |

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:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>23 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 23 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 23 di 139 | | | | | | | | |

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 24 di 139 |

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 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A1 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

L'opera principale è trattata con le combinazioni tipiche dei ponti ai sensi del DM 2008 e s.m.i.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 25 di 139 |

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

| Gruppo di azioni | Carichi sulla carreggiata | | | | | Carichi su marciapiedi e piste ciclabili |
|--------------------|---|----------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|---|
| | Carichi verticali | | | Carichi orizzontali | | Carichi verticali |
| | Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6) | Veicoli speciali | Folla (Schema di carico 5) | Frenatura q ₃ | Forza centrifuga q ₄ | Carico uniformemente distribuito |
| 1 | Valore caratteristico | | | | | Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ² |
| 2 a | Valore frequente | | | Valore caratteristico | | |
| 2 b | Valore frequente | | | | Valore caratteristico | |
| 3 ^(*) | | | | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² |
| 4 ^(**) | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² |
| 5 ^(***) | Da definirsi per il singolo progetto | Valore caratteristico o nominale | | | | |

^(*) Ponti di 3^a categoria
^(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
^(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

| | | | | | | |
|---|---|---|-------------|------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 | Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO |
| | | | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 |
| | | | REV. | FOGLIO | | |
| | | | B | 26 di 139 | | |

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

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

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori 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⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

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

| Azioni | Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV) | Coefficiente ψ_0 di combinazione | Coefficiente ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV) | Schema 1 (Carichi tandem) | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 (folla) | ---- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento q_5 | Vento a ponte scarico | | | |
| | SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | Esecuzione | 0,8 | ---- | 0,0 |
| Neve q_5 | Vento a ponte carico | 0,6 | | |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | T_k | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 27 di 139 |

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE | (M1) | (M2) |
|--|---|-----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_{γ} | 1,0 | 1,0 |

Le condizioni di carico considerate sono le seguenti:

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 Stradale Centrato | TRM |
| Carico Stradale Laterale | TRV |
| Sovraccarico accidentale sinistra | SAS |
| Sovraccarico accidentale destra | SAD |
| Ritiro | RIT |
| Variazione termica | ΔT |
| Frenatura | FRE |
| 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 $\gamma\psi$. 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 28 di 139 |

Tabella 3 - Combinazioni di carico

| COMB | DEAD | STS | STD | RIT | ΔT | PERM | FALDA | TRM | TRV | SAS | SAD | FRE | 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 | 1.35 | - | 1.35 | 1.35 | 1.35 | - | - |
| n° 08 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.35 | - | 1.35 | 1.35 | 1.35 | | |
| n° 09 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.35 | - | 1.35 | 1.35 | 1.35 | | |
| n° 10 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | - | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | - | - |
| n° 11 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | - | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | | |
| n° 12 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | - | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | | |
| n° 13 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.35 | - | 1.35 | - | 1.35 | - | - |
| n° 14 SLU-STR | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.35 | - | 1.35 | - | 1.35 | - | - |
| n° 15 SLU-STR | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 1.50 | 1.35 | 1.35 | - | 1.35 | - | 1.35 | - | - |
| 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 | 1.15 | - | 1.15 | - | 1.15 | - | - |
| 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 | 0.75 | - | 0.75 | - | 0.75 | - | - |
| SLE - Rara | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | - | 1.00 | - | - |

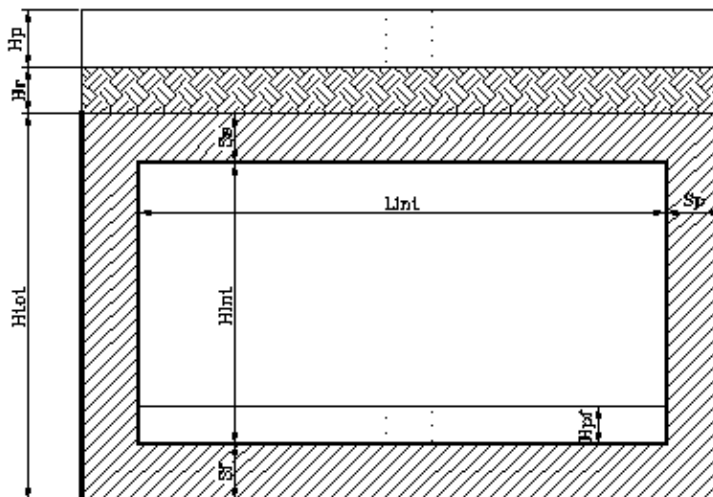
| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 29 di 139 |

8 SCATOLARE 9.00 X 1.50 M

La dimensione interna è di 9.00m e l'altezza interna pari a 1.50m, con soletta superiore di spessore 0.80m, piedritti di spessore 0.80m e soletta inferiore di spessore 0.80m.

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

8.1 GEOMETRIA



| DATI GEOMETRICI | | | |
|---------------------------------------|------------|--------|------|
| Grandezza | Simbolo | Valore | U.M. |
| larghezza totale scatolare | L_{tot} | 10.60 | m |
| larghezza utile scatolare | L_{int} | 9.00 | m |
| larghezza interasse | L_a | 9.80 | m |
| spessore soletta superiore | S_s | 0.80 | m |
| spessore piedritti | S_p | 0.80 | m |
| spessore fondazione | S_f | 0.80 | m |
| altezza totale scatolare | H_{tot} | 3.10 | m |
| altezza libera scatolare | H_{int} | 1.50 | m |
| spessore pacchetto stradale superiore | H_{psup} | 0.13 | m |
| spessore ricoprimento superiore | H_{Rsup} | 0.77 | m |
| spessore pacchetto stradale inferiore | H_{pinf} | | m |
| spessore ricoprimento inferiore | H_{Rinf} | | 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 30 di 139 |

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.

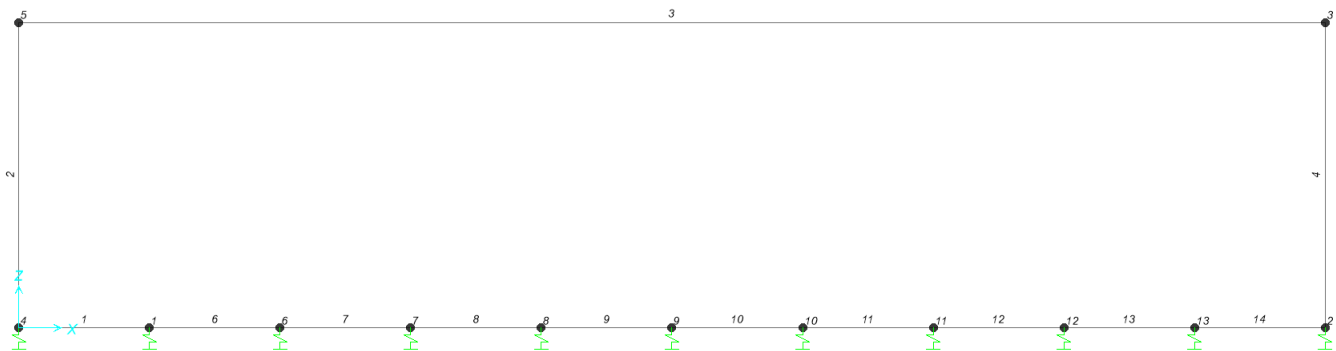


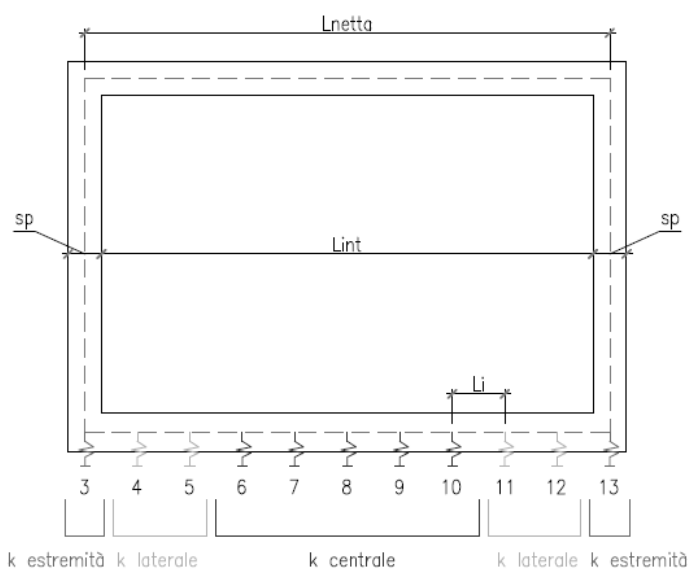
Figure 3: Numerazione aste e nodi

8.2.1.1 Valutazione della rigidità 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 $K= 6000 \text{ kN/mc}$ 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 laterale | $k_2 = 1.5 * k * i$ | [kN/m] |
| Molle estremità | $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2)$ | [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B FOGLIO 31 di 139 |



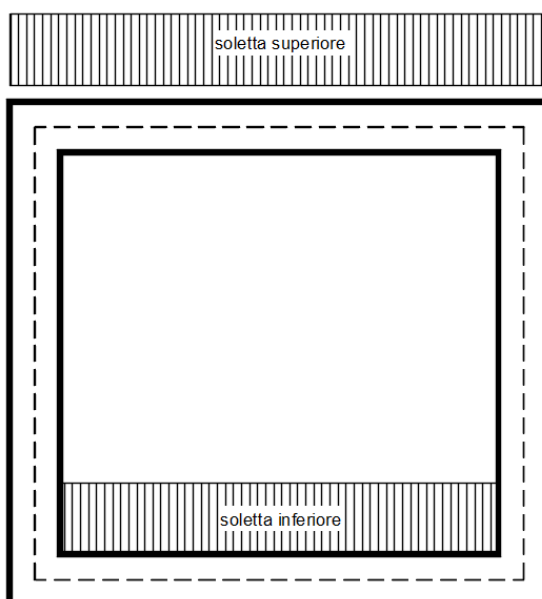
| | | |
|-----------------|-------|-----------------|
| Molle centrali | 5880 | kN/m^3 |
| Molle laterali | 8820 | kN/m^3 |
| Molle estremità | 10680 | kN/m^3 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 32 di 139 |

8.3 ANALISI DEI CARICHI

8.3.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati

| | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| <u>Soletta superiore</u> | - Peso proprio | 20.00 kN/m |
| | - Totale | 20.00 kN/m |
| | - Peso pacchetto pavimentazione 13 cm | 3.12 kN/m |
| | - Peso terreno ricoprimento | 15.40 kN/m |
| | - Totale | 18.52 kN/m |
| <u>Soletta inferiore</u> | - Peso proprio | 20.00 kN/m |
| | - Totale | 20.00 kN/m |
| | - Peso pacchetto pavimentazione 0 cm | 0.00 kN/m |
| | - Peso terreno ricoprimento | 0.00 kN/m |
| | - Totale | 0.00 kN/m |
| <u>Piedritti</u> | - Peso proprio | 20.00 kN/m |
| | - Totale | 20.00 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 33 di 139 |

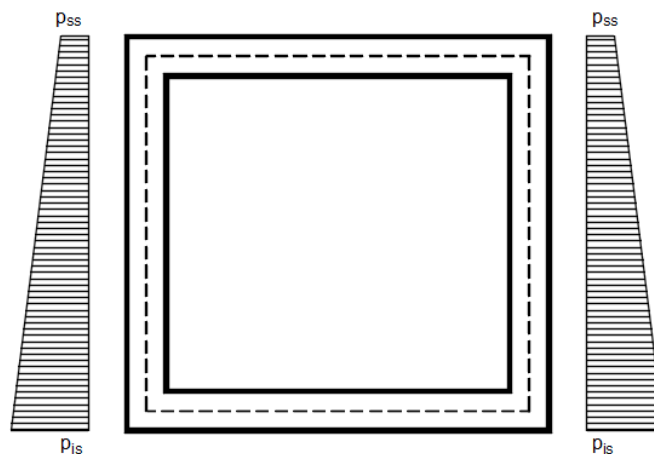
Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 7.41 kN.

8.3.2 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 dello scatolare, 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:

$$p_{ss} = K_0 * (H_t + H_p + S_s/2) * \gamma = 11.1 \text{ kN/m}$$

$$p_{is} = p_{ss} + K_0 * \gamma * (S_s/2 + H_{int} + S_f/2) = 30.7 \text{ kN/m}$$



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 3.75 kN ed inferiore con valore pari a 12.96 kN.

8.3.3 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.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

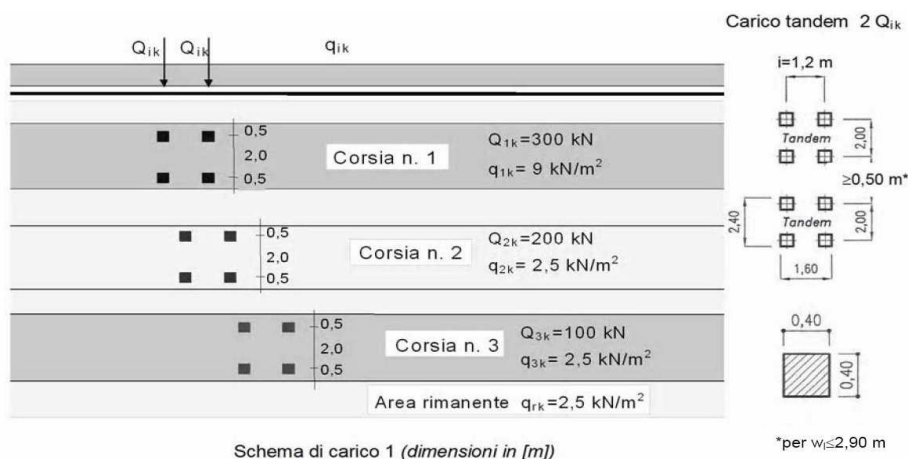
| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 34 di 139 |

$$p_{sw} = (S_s/2) * \gamma_w = 4.0 \text{ kN/m}$$

$$p_{iw} = p_{sw} + \gamma_w * (S_s/2 + H_{int} + S_f/2) = 27.0 \text{ kN/m}$$

8.3.4 Ripartizione dei carichi mobili verticali

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



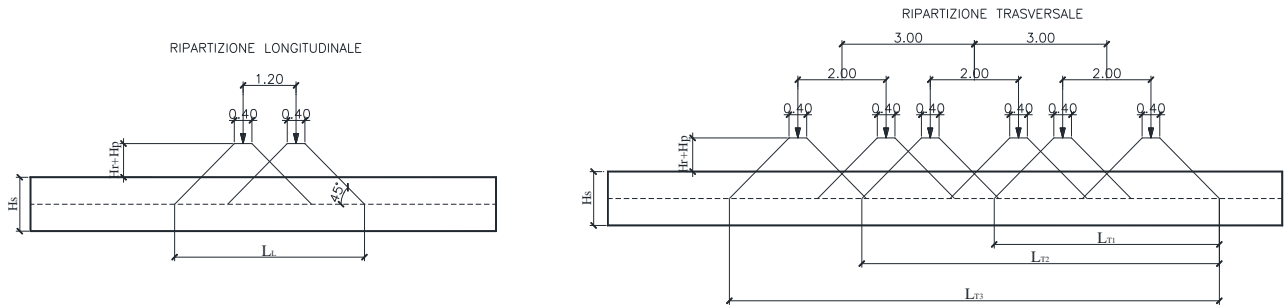
Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

| Posizione | Carico asse Q_{ik} [kN] | q_{ik} [kN/m ²] |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|
| Corsia Numero 1 | 300 | 9 |
| Corsia Numero 2 | 200 | 2,5 |
| Corsia Numero 3 | 100 | 2,5 |
| Altre corsie | 0,00 | 2,50 |

La ripartizione dei carichi si effettua considerando il carico isolato da 150 kN con impronta quadrata di lato 0.4 m.

Per il calcolo dei valori di L_L ed L_T si considera una ripartizione a 35° all'interno degli strati di pavimentazione e rinterro e 45° all'interno della soletta in c.a., di seguito i risultati numerici ed uno schema grafico tipologico rappresentativo. A favore di sicurezza, ed in considerazione della dimensione limitata dell'opera, si considera il valore risultante 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 35 di 139 |



Il carico è schematizzato da due assi da 150 kN disposti ad interasse di 1.20m.

Si procede al calcolo dei carichi per metro lineare riferiti al baricentro della soletta per i diversi treni di carico.

Si considera una larghezza di ripartizione trasversale e longitudinale come descritto nelle figure precedenti; risulta pertanto:

$$q_{1k} = \frac{600}{L_L \times L_{T1}}$$

| | | | |
|------------|---------|------------|------------------------|
| $L_L =$ | 3.66 m | $q_{2k} =$ | 9.0 kN/m ² |
| $L_{T1} =$ | 4.46 m | $q_{1k} =$ | 36.7 kN/m ² |
| $L_{T2} =$ | 7.46 m | $q_{1k} =$ | 36.6 kN/m ² |
| $L_{T3} =$ | 10.46 m | $q_{1k} =$ | 31.3 kN/m ² |

Il valore del carico distribuito è pari, per la corsia n°1, a $q_{2k}=9.0$ kN/mq a cui va sommato il carico q_{1k} 36.7 kN/mq su una larghezza di 3.66m.

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 14.70 kN per i carichi concentrati e valore pari a 3.60 kN per il carico distribuito.

8.3.5 Spinta del sovraccarico sul rilevato $q_1=20$ kN/m

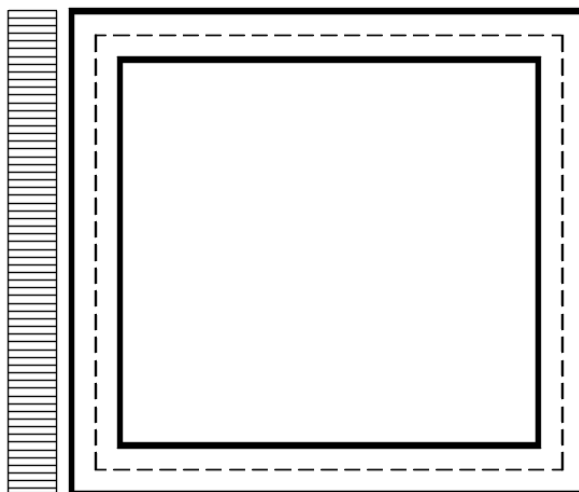
Per il calcolo della spinta dovuta al traffico stradale sul rilevato, si considera un carico tandem distribuito sull'intera lunghezza del mezzo autoarticolato (18.0m) e sui 3.0m di corsia.

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

$$q_1 \cdot K_0 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

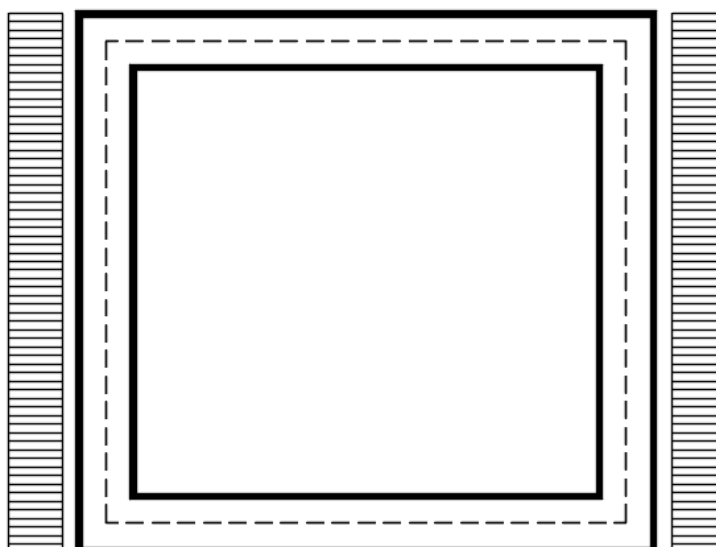
| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 36 di 139 |

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 3.41 kN ed inferiore con valore pari a 3.41 kN.

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 3.41 kN ed inferiore con valore pari a 3.41 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 37 di 139 |

8.3.6 Frenatura

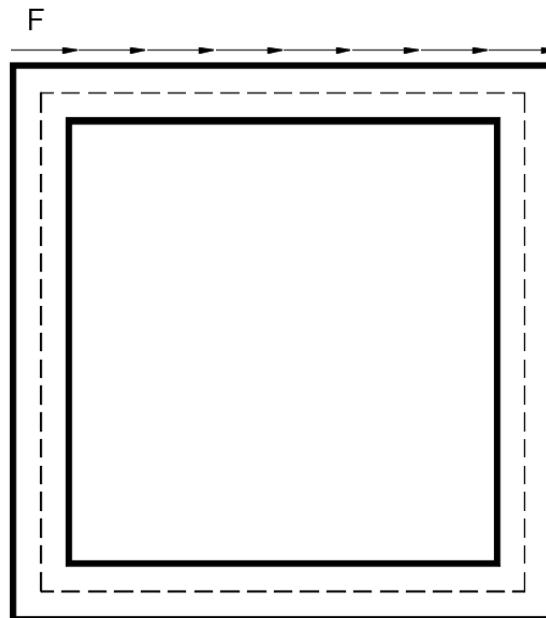
$$Q_3 = 0.6 \cdot (2Q_{k1}) + 0.1 \cdot q_{ik} \cdot w_1 \cdot L = 389 \text{ kN}$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m} \quad (\text{larghezza della corsia})$$

$$L = 10.60 \text{ m} \quad (\text{lunghezza della zona caricata})$$

La forza uniformemente distribuita da applicare sulla soletta vale:

$$q_3 = 5.1 \text{ kN/m}^2$$



8.3.7 Variazione termica

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 38 di 139 |

Cls a t=0

| | | | | |
|----------|---|---------|-------------------|---|
| R_{ck} | = | 40 | N/mm ² | Resistenza a compressione cubica caratteristica |
| f_{ck} | = | 33.2 | N/mm ² | Resistenza a compressione cilindrica caratteristica |
| f_{cm} | = | 41.2 | N/mm ² | Resistenza a compressione 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 |
| $h_0=2A_c/u$ | = | 1600 | mm | dimensione fittizia dell'elemento di cls |
| A_c | = | 800000 | mm ² | sezione dell'elemento |
| u | = | 1000 | mm | perimetro a contatto con l'atmosfera |
| RH | = | 75 | % | umidità relativa percentuale |

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico EC_t a tempo "t"

| | |
|--|--|
| $\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) =$ | 1.982 |
| $\phi_0 = \phi RH \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) =$ | 127.48 coeff nominale di viscosità |
| $\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt[3]{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 =$ | 1.185 coeff che tiene conto dell'umidità |
| $\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} =$ | 0.892 coeff per la resistenza del cls |
| $\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} =$ | 0.968 coeff per la resistenza del cls |
| $\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} =$ | 2.617 coeff che tiene conto della resistenza del cls |
| $\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} =$ | 0.649 coeff. per l'evoluzione della viscosità nel tempo |
| $t_0 = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$ | 6.19 coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo |
| $\alpha =$ | 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatari: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 39 di 139 |

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.5} = 0.984 \text{ coeff per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

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

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

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

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000323 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000265 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.908923$$

$K_b =$

0.7 parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente

Valori di k_b

| h_0 | k_b |
|-------|-------|
| 100 | 1.0 |
| 200 | 0.85 |
| 300 | 0.75 |
| ≥500 | 0.70 |

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

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

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

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

$$RH0 = 100 \%$$

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

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

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,00} = 0.000058 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

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

$$\varepsilon_{ca,00} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.000058$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) E_{cm} \alpha} = -10.83 \text{ } ^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 40 di 139 |

8.3.9 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:

$$\text{Forza sismica orizzontale } F_h = k_h * W$$

$$\text{Forza sismica verticale } F_v = k_v * W$$

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 $a_g = 0.367 \text{ g}$.

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

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

si ottiene:

$$S_s = 1.184 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

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

ne deriva che:

$$a_{\max} = 1.184 * 1 * 0.367 \text{ g} = 0.435 \text{ g}$$

$$k_h = a_{\max}/g = 0.435$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.217$$

Sisma orizzontale

| | | | | |
|---|---|--------------|-------------|--|
| $F_{\text{sis}} = a_{\max} * \gamma * H_{\text{tot}}$ | = | 26.94 | kN/m | (carico applicato sulla parete) |
| $F_{\text{inp}} = \alpha * S_p * \gamma * 1\text{m}$ | = | 8.69 | kN/m | (inerzia piedritti) |
| Totale | = | 35.63 | kN/m | (piederitto sx) |
| Totale | = | 8.69 | kN/m | (piederitto dx) |
| $F_{\text{inr}} = \alpha * (H_p + H_t) * \gamma_r * 1\text{m}$ | = | 7.82 | kN/m | (inerzia pavimentazione e riempimento) |
| $F_{\text{ins}} = \alpha * S_s * \gamma_{\text{cls}} * 1\text{m}$ | = | 6.95 | kN/m | (inerzia soletta superiore) |
| $F_q = \alpha * q * 1\text{m} * 0.2$ | = | 3.37 | kN/m | (inerzia veicoli) |
| Totale | = | 18.14 | kN/m | (soletta superiore) |

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 14.25 kN ed inferiore con valore pari a 14.25 kN. Si applicano delle forze concentrate

| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>41 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 41 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 41 di 139 | | | | | | | | |

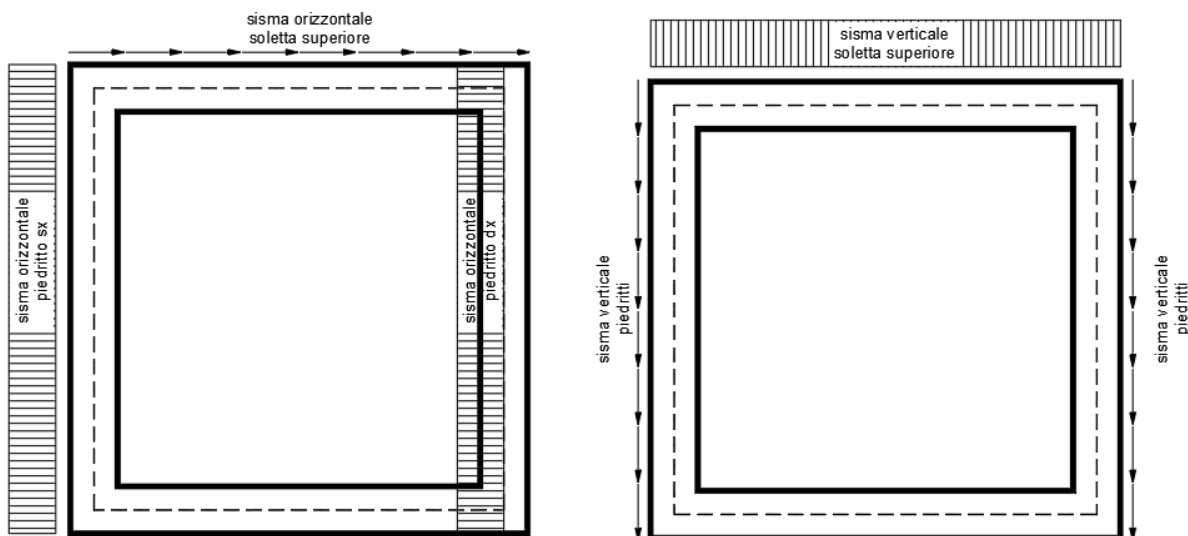
nei nodi tra piedritto destro e soletta superiore con valore pari a 3.48 kN ed inferiore con valore pari a 3.48 kN.

Sisma verticale

$$\begin{aligned}
 F_{inp} &= 0.5 * \alpha * S_p * \gamma * 1m &= & 4.35 \text{ kN/m} & \text{(inerzia piedritti)} \\
 F_q &= 0.5 * \alpha * q * 1m * 0.2 &= & 1.68 \text{ kN/m} & \text{(inerzia veicoli)} \\
 F_{inr} &= 0.5 * \alpha * (H_p + H_d) * \gamma_r * 1m &= & 3.91 \text{ kN/m} & \text{(inerzia pavimentazione e riempimento)} \\
 F_{ins} &= 0.5 * \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m &= & 3.48 \text{ kN/m} & \text{(inerzia soletta superiore)} \\
 \hline
 \text{Totale} &= & \mathbf{9.07 \text{ kN/m}} & & \text{(soletta superiore)}
 \end{aligned}$$

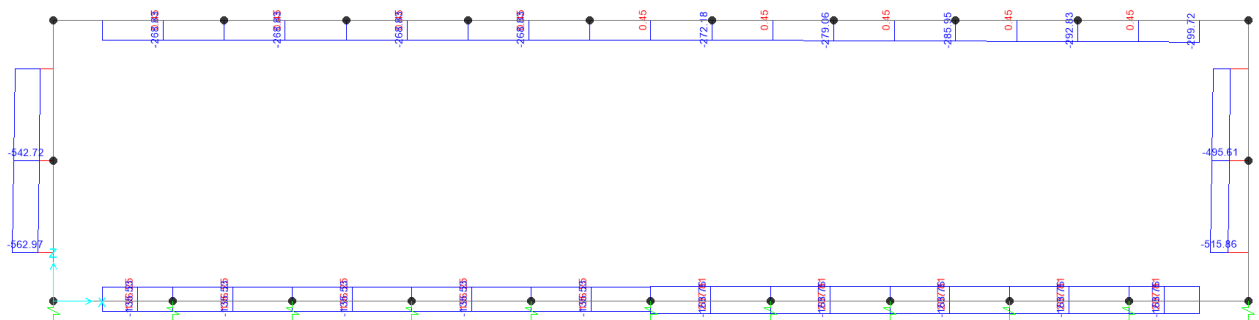
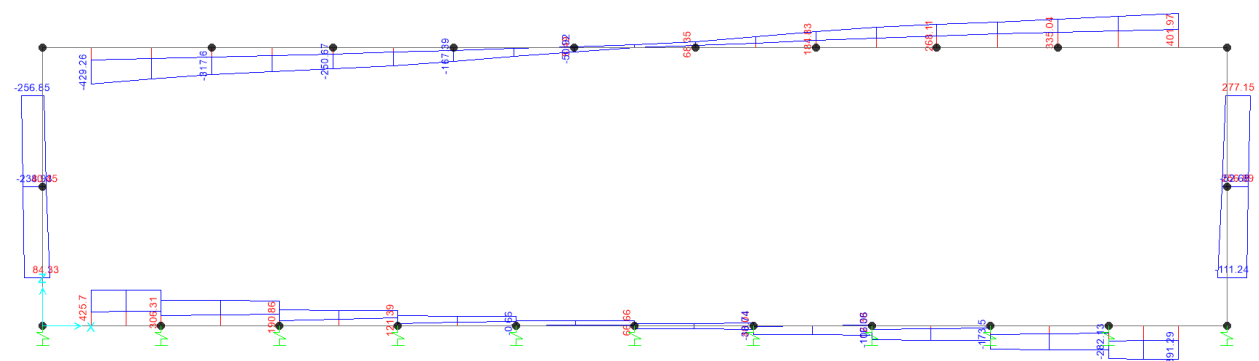
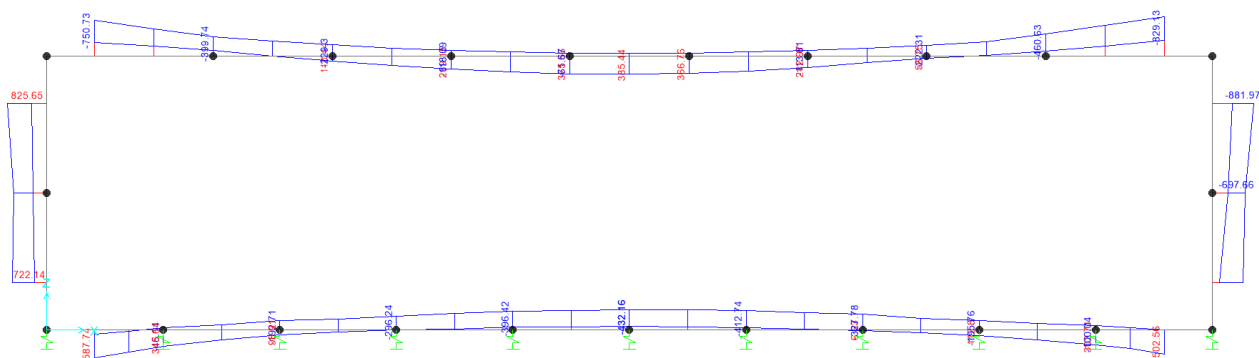
Per tenere in conto le carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 3.63 kN.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>42 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 42 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 42 di 139 | | | | | | | | |

8.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI



| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 43 di 139 |

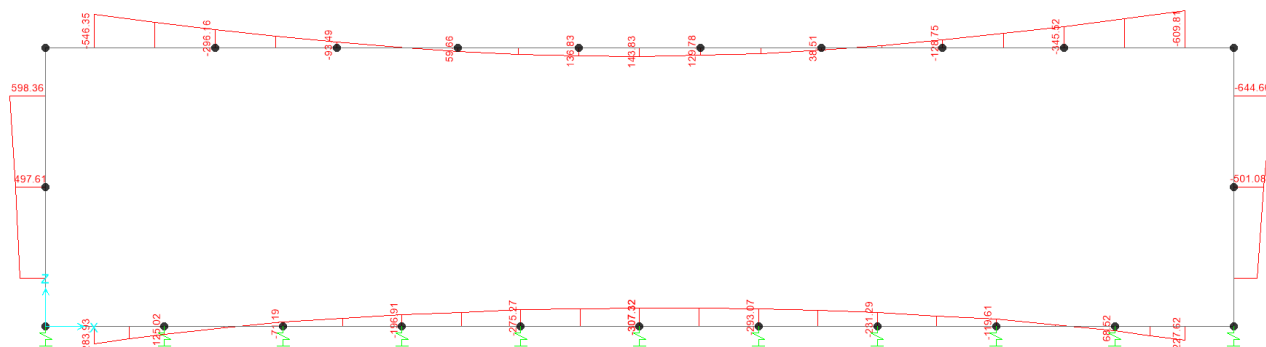


Figure 7 – Inviluppo momenti flettenti SLE rara

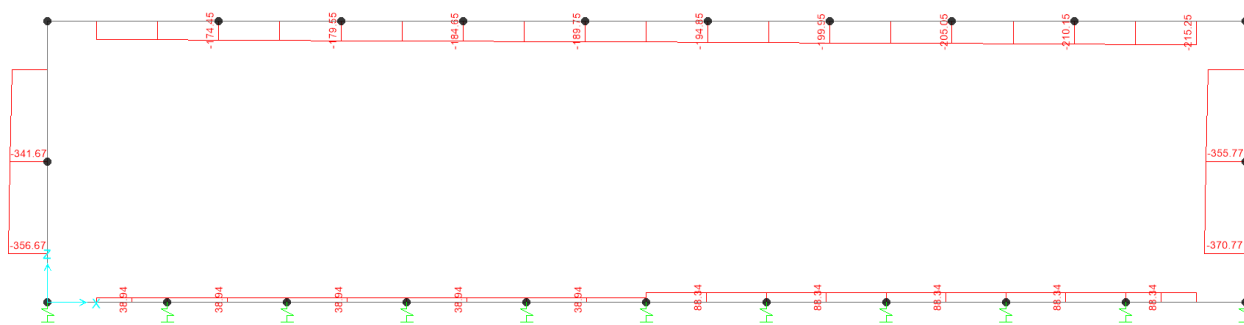


Figure 8 – Inviluppo azioni assiali SLE rara

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 44 di 139 |

| | | SLU STR-SLV | | | |
|----------------------|------------------|----------------|--------|-----------------|----------------|
| Elemento strutturale | Sezione | C.C. M_{max} | N (kN) | M_{max} (kNm) | T_{max} (kN) |
| soletta inferiore | nodo piedritto | SLU11-STR2 | 130.89 | 587.74 | 425.70 |
| | campata | SLU15-STR | -67.68 | -432.16 | - |
| soletta superiore | nodo piedritto | SLU14-STR | 288.07 | -829.13 | 429.26 |
| | campata | SLU15-STR2 | 100.24 | 385.44 | - |
| piedritti | nodo soletta inf | SLU01-STR | 332.48 | 258.74 | 256.85 |
| | nodo soletta inf | SLU09-STR | 457.93 | 825.65 | 256.85 |
| | nodo soletta sup | SLU14-STR | 475.36 | 881.97 | 277.15 |
| | nodo soletta sup | SLU19-SIS | 274.13 | 154.28 | 277.15 |

| | | 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 | 62.26 | 404.08 | soletta inferiore | 49.87 | 358.56 | soletta inferiore | 68.02 | 266.84 |
| | campata | -38.94 | -307.32 | | -34.46 | -277.04 | | -46.33 | -211.50 |
| soletta superiore | nodo piedritto | 215.25 | -609.81 | soletta superiore | 191.80 | -548.56 | soletta superiore | 146.76 | -403.45 |
| | campata | 91.10 | 254.45 | | 90.26 | 204.98 | | 62.43 | 84.23 |
| piedritti | nodo soletta inf | 356.67 | 422.13 | piedritti | 326.35 | 384.97 | piedritti | 235.38 | 253.07 |
| | nodo soletta inf | 326.67 | 598.36 | | 296.35 | 549.53 | | 205.38 | 420.56 |
| | nodo soletta sup | 340.77 | 644.66 | | -306.31 | 581.37 | | 202.94 | 409.05 |
| | nodo soletta sup | 370.77 | 385.31 | | 336.31 | 358.52 | | 232.94 | 257.74 |

8.5.1 Verifica soletta inferiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C28/35 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 15.9 MPa |
| | Resis. compr. ridotta fcd': | 7.9 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 32308.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.76 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.4 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.4 MPa |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 45 di 139 |

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 11.2 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 $\beta_1*\beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C28/35

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 80.0 |
| 3 | 50.0 | 80.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.4 | 6.6 | 22 |
| 2 | -43.4 | 73.4 | 22 |
| 3 | 43.4 | 73.4 | 22 |
| 4 | 43.4 | 6.6 | 22 |

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 | 8 | 22 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 22 |

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.

| | | | | | | |
|---|---|----------|----------|---------------|------|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 46 di 139 |

Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|--------|---------|--------|
| 1 | 130.89 | 587.74 | 425.70 |
| 2 | 67.68 | -432.16 | 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 | 62.26 | 404.08 | 0.00 |
| 2 | 38.94 | -307.32 | 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 | 49.87 | 358.56 (390.41) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 34.46 | -277.04 (-389.52) | 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 | 68.02 | 266.84 (397.53) | 0.00 (0.00) |
| 2 | -46.33 | -211.50 (-369.91) | 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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|--------|--------|--------|---------|----------|------------|
| 1 | S | 130.89 | 587.74 | 130.78 | 1070.83 | 1.82 | 76.0(24.0) |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 47 di 139 |

2 S 67.68 -432.16 67.52 -1049.75 2.43 76.0(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| Xc max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| Yc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Xs min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Ys min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Xs max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Ys max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -50.0 | 80.0 | 0.00072 | -43.4 | 73.4 | -0.02737 | -43.4 | 6.6 |
| 2 | 0.00350 | -50.0 | 0.0 | 0.00067 | -43.4 | 6.6 | -0.02800 | -43.4 | 73.4 |

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 | 0.000420634 | -0.030150741 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000000000 | -0.000429090 | 0.003500000 | ---- | ---- |

VERIFICHE A TAGLIO

| | |
|-------|---|
| Ver | S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro |
| Vcd | Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC] |
| Vwd | Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC] |
| d z | Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna) I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse). |
| bw | Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed. |
| Ctg | Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo |
| Acw | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione |
| Ast | Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m] |
| A.Eff | Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio. |

| N°Comb | Ver | Ved | Vcd | Vwd | d z | bw | Ctg | Acw | Ast | A.Eff |
|--------|-----|--------|---------|--------|------------|-------|-------|-------|-----|----------|
| 1 | S | 425.70 | 1935.86 | 432.43 | 76.7 70.1 | 100.0 | 2.500 | 1.010 | 6.2 | 6.3(0.0) |
| 2 | S | 0.00 | 2795.78 | 173.13 | 76.7 70.1 | 100.0 | 1.000 | 1.005 | 0.0 | 6.3(0.0) |

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] |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>48 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 48 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 48 di 139 | | | | | | | | |

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 | 4.30 | -50.0 | 80.0 | -152.2 | -24.1 | 6.6 | 1650 | 38.0 |
| 2 | S | 3.26 | -50.0 | 0.0 | -116.8 | 33.8 | 73.4 | 1650 | 38.0 |

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 fctm
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 | -0.00086 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 55 | 0.00046 (0.00046) | 349 | 0.160 (0.20) | 391.31 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00066 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 55 | 0.00035 (0.00035) | 349 | 0.122 (0.20) | -389.66 | 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 | 3.81 | -50.0 | 80.0 | -135.7 | -43.4 | 6.6 | 1650 | 38.0 |
| 2 | S | 2.94 | -50.0 | 0.0 | -105.3 | 33.8 | 73.4 | 1650 | 38.0 |

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 | 22.0 | 55 | 0.00041 (0.00041) | 349 | 0.142 (0.20) | 390.41 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00059 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 55 | 0.00032 (0.00032) | 349 | 0.110 (0.20) | -389.52 | 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 | 2.87 | -50.0 | 80.0 | -97.3 | -14.5 | 6.6 | 1650 | 38.0 |
| 2 | S | 2.16 | -50.0 | 0.0 | -89.3 | 33.8 | 73.4 | 1650 | 38.0 |

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 | -0.00055 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 55 | 0.00029 (0.00029) | 349 | 0.102 (0.20) | 397.53 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00050 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 55 | 0.00027 (0.00027) | 349 | 0.094 (0.20) | -369.91 | 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | |
| Mandataria: | Mandante: | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 49 di 139 |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | | | | | | | |

Si adottano spille in misura di $9\varnothing 10/m^2$

8.5.2 Verifica soletta superiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|------------------------------|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 | |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 | MPa |
| | Resis. compr. ridotta fcd': | 9.4 | 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 | 80.0 |
| 3 | 50.0 | 80.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| | | | |
|----------|--------|--------|------------|
| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
| 1 | -43.2 | 6.8 | 24 |
| 2 | -43.2 | 73.2 | 24 |
| 3 | 43.2 | 73.2 | 24 |
| 4 | 43.2 | 6.8 | 24 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 50 di 139 |

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 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

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 | 288.07 | -829.13 | 429.26 |
| 2 | 100.24 | 385.44 | 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 | 215.25 | -609.81 | 0.00 |
| 2 | 91.10 | 254.45 | 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 | 191.80 | -548.56 (-472.01) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 90.20 | 204.98 (479.06) | 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

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>51 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 51 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 51 di 139 | | | | | | | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|--------|-------------------|-------------|
| 1 | 146.76 | -403.45 (-473.10) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 62.43 | 84.23 (504.13) | 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 Totale | Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|--------|---------|--------|----------|----------|------------|
| 1 | S | 288.07 | -829.13 | 287.91 | -1313.04 | 1.58 | 90.5(24.0) |
| 2 | S | 100.24 | 385.44 | 100.02 | 1250.87 | 3.25 | 90.5(24.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| 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 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -50.0 | 0.0 | 0.00080 | -43.2 | 6.8 | -0.02561 | -43.2 | 73.2 |
| 2 | 0.00350 | -50.0 | 80.0 | 0.00066 | -43.2 | 73.2 | -0.02709 | -43.2 | 6.8 |

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 | -0.000397744 | 0.003500000 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000000000 | 0.000417925 | -0.029934019 | ---- | ---- |

VERIFICHE A TAGLIO

| | |
|-----|---|
| Ver | S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro |
| Vcd | Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC] |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>52 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 52 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 52 di 139 | | | | | | | | |

Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

| N°Comb | Ver | Ved | Vcd | Vwd | d z | bw | Ctg | Acw | Ast | A.Eff |
|--------|-----|--------|---------|--------|------------|-------|-------|-------|-----|----------|
| 1 | S | 429.26 | 2301.86 | 431.74 | 76.5 69.7 | 100.0 | 2.500 | 1.019 | 6.3 | 6.3(0.0) |
| 2 | S | 0.00 | 3304.84 | 173.12 | 76.7 69.9 | 100.0 | 1.000 | 1.007 | 0.0 | 6.3(0.0) |

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 | 6.09 | -50.0 | 0.0 | -182.5 | 33.6 | 73.2 | 1700 | 45.2 |
| 2 | S | 2.54 | -50.0 | 80.0 | -76.0 | -24.0 | 6.8 | 1700 | 45.2 |

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 fctm
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 | -0.00104 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00055 (0.00055) | 344 | 0.188 (0.20) | -472.27 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00043 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00023 (0.00023) | 344 | 0.078 (0.20) | 472.65 | 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. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | |
|---|---|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL IN.14.0.0.001 B 53 di 139 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|------|--------|-------|------|------|------|
| 1 | S | 5.47 | -50.0 | 0.0 | -164.4 | 33.6 | 73.2 | 1700 | 45.2 |
| 2 | S | 2.06 | -50.0 | 80.0 | -59.6 | -33.6 | 6.8 | 1700 | 45.2 |

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 | -0.00094 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00049 (0.00049) | 344 | 0.169 (0.20) | -472.01 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00034 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00018 (0.00018) | 344 | 0.061 (0.20) | 479.06 | 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 | 4.03 | -50.0 | 0.0 | -120.3 | 33.6 | 73.2 | 1700 | 45.2 |
| 2 | S | 0.87 | -50.0 | 80.0 | -22.0 | -33.6 | 6.8 | 1700 | 45.2 |

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 | -0.00069 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00036 (0.00036) | 344 | 0.124 (0.20) | -473.10 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00013 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00007 (0.00007) | 344 | 0.023 (0.20) | 504.13 | 0.00 |

Si adottano spille in misura di 9Ø10/m²

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: |
| 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 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>54 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 54 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 54 di 139 | | | | | | | | |

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 | 80.0 |
| 3 | 50.0 | 80.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.2 | 6.8 | 24 |
| 2 | -43.2 | 73.2 | 24 |
| 3 | 43.2 | 73.2 | 24 |
| 4 | 43.2 | 6.8 | 24 |

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 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

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 | 332.48 | 258.74 | 256.85 |
| 2 | 457.93 | 825.65 | 256.85 |
| 3 | 475.36 | 881.97 | 277.15 |
| 4 | 274.13 | 154.28 | 277.15 |

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

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 55 di 139 |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|--------|--------|------|
| 1 | 356.67 | 422.13 | 0.00 |
| 2 | 326.67 | 598.36 | 0.00 |
| 3 | 340.77 | 644.66 | 0.00 |
| 4 | 370.77 | 385.31 | 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 | 326.35 | 384.97 (513.64) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 296.35 | 549.53 (487.04) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 306.31 | 581.37 (486.03) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 336.31 | 358.52 (521.99) | 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 | 186.22 | 145.93 (555.80) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 163.72 | 254.69 (495.66) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 161.34 | 243.20 (497.41) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 183.84 | 154.41 (546.84) | 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 | 332.48 | 258.74 | 332.26 | 1327.65 | 5.13 | 45.2(14.3) |
| 2 | S | 457.93 | 825.65 | 457.93 | 1369.07 | 1.66 | 45.2(14.3) |
| 3 | S | 475.36 | 881.97 | 475.08 | 1374.72 | 1.56 | 45.2(14.3) |
| 4 | S | 274.13 | 154.28 | 273.97 | 1308.44 | 8.48 | 45.2(14.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 56 di 139 |

| | |
|--------|--|
| 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 | 0.122 | -50.0 | 80.0 | 0.00083 | -43.2 | 73.2 | -0.02528 | -43.2 | 6.8 |
| 2 | 0.00350 | 0.126 | -50.0 | 80.0 | 0.00091 | -43.2 | 73.2 | -0.02433 | -43.2 | 6.8 |
| 3 | 0.00350 | 0.126 | -50.0 | 80.0 | 0.00093 | -43.2 | 73.2 | -0.02420 | -43.2 | 6.8 |
| 4 | 0.00350 | 0.120 | -50.0 | 80.0 | 0.00079 | -43.2 | 73.2 | -0.02572 | -43.2 | 6.8 |

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 | 0.000393221 | -0.027957713 | 0.122 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000380163 | -0.026913030 | 0.126 | 0.700 |
| 3 | 0.000000000 | 0.000378354 | -0.026768312 | 0.126 | 0.700 |
| 4 | 0.000000000 | 0.000399157 | -0.028432569 | 0.120 | 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 | 256.85 | 411.81 | 73.2 | 100.0 | 0.0062 | 0.42 |
| 2 | S | 256.85 | 429.03 | 73.2 | 100.0 | 0.0062 | 0.57 |
| 3 | S | 277.15 | 431.42 | 73.2 | 100.0 | 0.0062 | 0.59 |
| 4 | S | 277.15 | 403.80 | 73.2 | 100.0 | 0.0062 | 0.34 |

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 | 4.38 | -50.0 | 80.0 | -106.3 | -4.8 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 2 | S | 6.07 | -50.0 | 80.0 | -167.7 | -24.0 | 6.8 | 1700 | 45.2 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>57 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 57 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 57 di 139 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|------|--------|-------|-----|------|------|
| 3 | S | 6.53 | -50.0 | 80.0 | -181.8 | -24.0 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 4 | S | 4.03 | -50.0 | 80.0 | -92.8 | -43.2 | 6.8 | 1700 | 45.2 |

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; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ 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 $A_{c\ eff}$ [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 | -0.00061 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00032 (0.00032) | 344 | 0.110 (0.20) | 513.39 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00096 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00050 (0.00050) | 344 | 0.173 (0.20) | 487.58 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00104 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00055 (0.00055) | 344 | 0.187 (0.20) | 486.17 | 0.00 |
| 4 | S | -0.00053 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00028 (0.00028) | 344 | 0.096 (0.20) | 524.27 | 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 | 3.99 | -50.0 | 80.0 | -96.8 | -33.6 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 2 | S | 5.57 | -50.0 | 80.0 | -154.4 | -33.6 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 3 | S | 5.89 | -50.0 | 80.0 | -164.1 | -33.6 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 4 | S | 3.74 | -50.0 | 80.0 | -87.1 | -33.6 | 6.8 | 1700 | 45.2 |

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 | -0.00056 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00029 (0.00029) | 344 | 0.100 (0.20) | 513.64 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00088 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00046 (0.00046) | 344 | 0.159 (0.20) | 487.04 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00094 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00049 (0.00049) | 344 | 0.169 (0.20) | 486.03 | 0.00 |
| 4 | S | -0.00050 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00026 (0.00026) | 344 | 0.090 (0.20) | 521.99 | 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 | 1.55 | -50.0 | 80.0 | -31.0 | -14.4 | 6.8 | 1600 | 45.2 |
| 2 | S | 2.60 | -50.0 | 80.0 | -69.0 | 4.8 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 3 | S | 2.49 | -50.0 | 80.0 | -65.4 | -4.8 | 6.8 | 1700 | 45.2 |
| 4 | S | 1.64 | -50.0 | 80.0 | -34.0 | -33.6 | 6.8 | 1650 | 45.2 |

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

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 58 di 139 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------|-------|------|----|-------------------|-----|--------------|--------|------|
| 1 | S | -0.00018 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00009 (0.00009) | 335 | 0.031 (0.20) | 555.80 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00040 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00021 (0.00021) | 344 | 0.071 (0.20) | 495.66 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00037 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00020 (0.00020) | 344 | 0.067 (0.20) | 497.41 | 0.00 |
| 4 | S | -0.00020 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 56 | 0.00010 (0.00010) | 339 | 0.035 (0.20) | 546.84 | 0.00 |

Si adottano spille in misura di $9\varnothing 8/m^2$

8.6 TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI

| | INCIDENZA (kg/mc) |
|-------------------|-------------------|
| Fondazione | 110 |
| Piedritti | 110 |
| Soletta copertura | 130 |

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 59 di 139 |

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 ($e_B = Mb/N$)

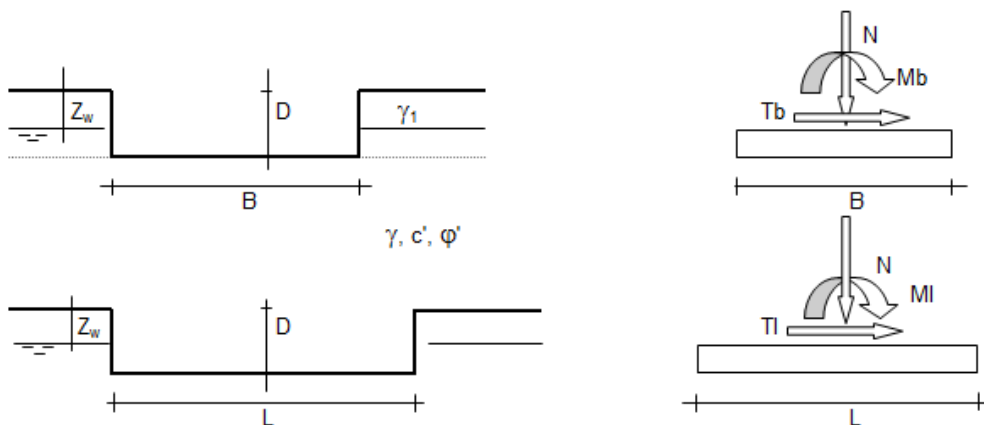
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

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 |
| | A2+M2+R2 | ○ | 1.00 | 1.30 | 1.25 | 1.25 | 1.80 |
| | SISMA | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.80 |
| | A1+M1+R3 | ○ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 2.30 |
| | SISMA | ○ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.30 |
| 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 | = | 10.60 | (m) |
| L | = | 1.00 | (m) |
| D | = | 2.00 | (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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>60 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 60 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 60 di 139 | | | | | | | | |



AZIONI

| | valori di input | | Valori di calcolo |
|----------|-----------------|------------|-------------------|
| | permanenti | temporanee | |
| N [kN] | 941.00 | | 941.00 |
| 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

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

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00 \text{ (kN/mq)}$
 $\varphi' = 24.00 \text{ (}^\circ\text{)}$

Valori di progetto

$c' = 0.00 \text{ (kN/mq)}$
 $\varphi' = 24.00 \text{ (}^\circ\text{)}$

Profondità della falda

$Z_w = 0.00 \text{ (m)}$

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

$B^* = 10.60 \text{ (m)}$
 $L^* = 1.00 \text{ (m)}$

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 18.00 \text{ (kN/mq)}$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 9.00 \text{ (kN/mc)}$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

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

$N_q = 9.60$

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

$N_c = 19.32$

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

$N_\gamma = 9.44$

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 61 di 139 |

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

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

$$s_c = 1.05$$

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

$$s_q = 1.04$$

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

$$s_\gamma = 0.96$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.91 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.09 \quad m = 1.91 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e
m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

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

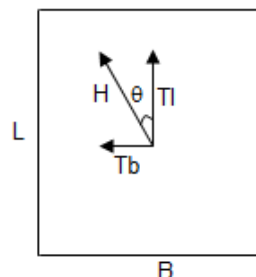
$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_\gamma = 1.00$$



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

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

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

$$d_q = 1.35$$

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

$$d_c = 1.39$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

| | | | | | | |
|---|---|----------|----------|---------------|------|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 62 di 139 |

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

$$q_{lim} = 283.51 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 88.77 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 123.26 \geq q = 88.77 \quad (\text{kN/m}^2)$$

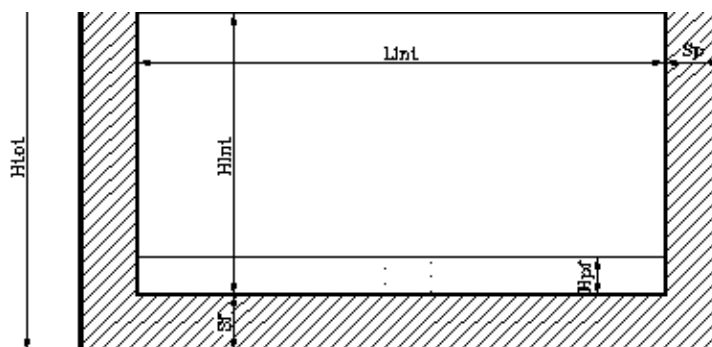
| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 63 di 139 |

9 SEZIONE AD U DI IMBOCCO

La dimensione interna è di 9.00m e l'altezza interna pari a 2.00m, 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 | L_{tot} | 9.80 | m | |
| larghezza utile | L_{int} | 9.00 | m | |
| larghezza interasse | L_a | 9.40 | 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 | H_{tot} | 2.40 | m | |
| altezza libera | H_{int} | 2.00 | m | |
| spessore pacchetto stradale superiore | $H_{p_{sup}}$ | 0.00 | m | |
| spessore ricoprimento superiore | $H_{R_{sup}}$ | 0.00 | m | |
| spessore pacchetto stradale inferiore | $H_{p_{inf}}$ | | m | |
| spessore ricoprimento inferiore | $H_{R_{inf}}$ | | m | |

9.2 MODELLO DI CALCOLO

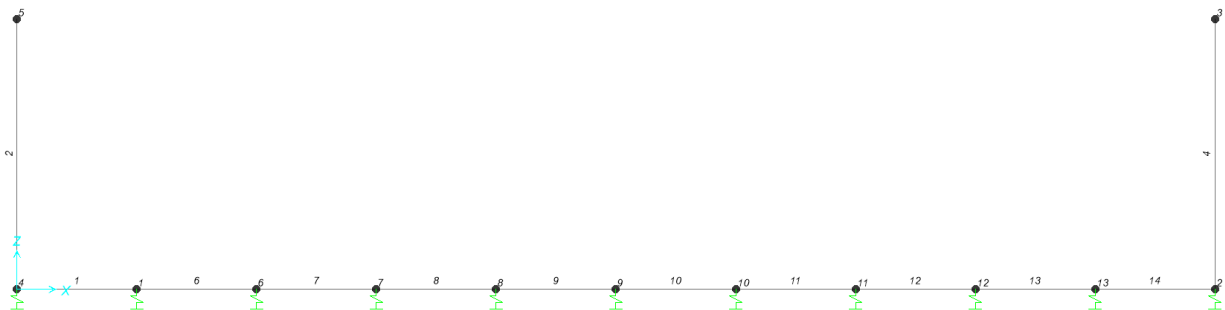
Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

| | | | | | | |
|---|---|----------|----------|---------------|------|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 64 di 139 |

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 $K = 2000 \text{ kN/mc}$ in funzione dell'interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

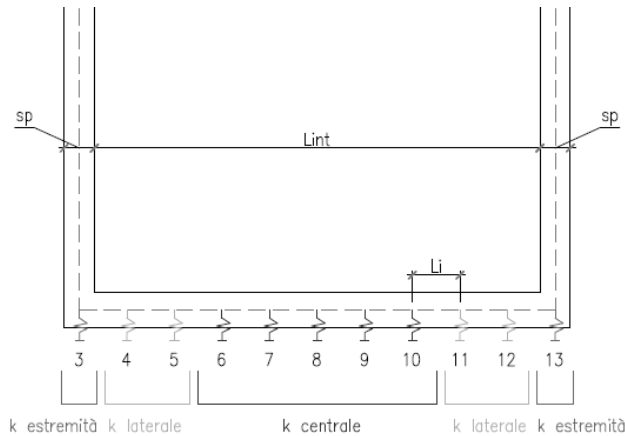
Interasse molle $i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2)/10 \quad [\text{m}]$

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

Molle intermedie $k_2 = 1.5 * k * i \quad [\text{kN/m}]$

Molle laterali $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2) \quad [\text{kN/m}]$

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 65 di 139 |



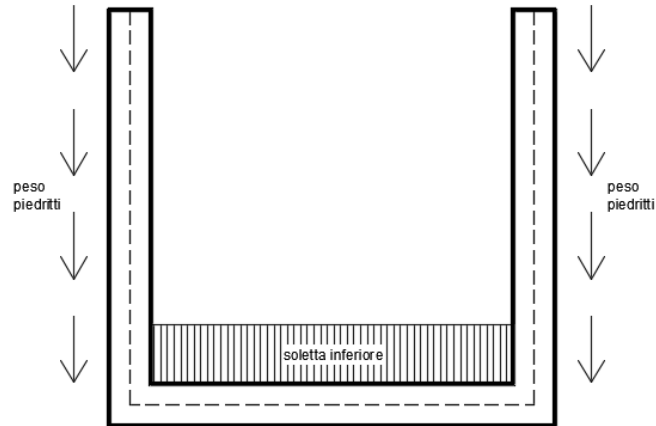
| | | |
|-----------------|------|-------------------|
| Molle centrali | 1880 | kN/m ³ |
| Molle laterali | 2820 | kN/m ³ |
| Molle estremità | 2680 | kN/m ³ |

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 pavimentazione 0 cm | 0.00 kN/m |
| | - Peso terreno ricoprimento | 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>66 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 66 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 66 di 139 | | | | | | | | |

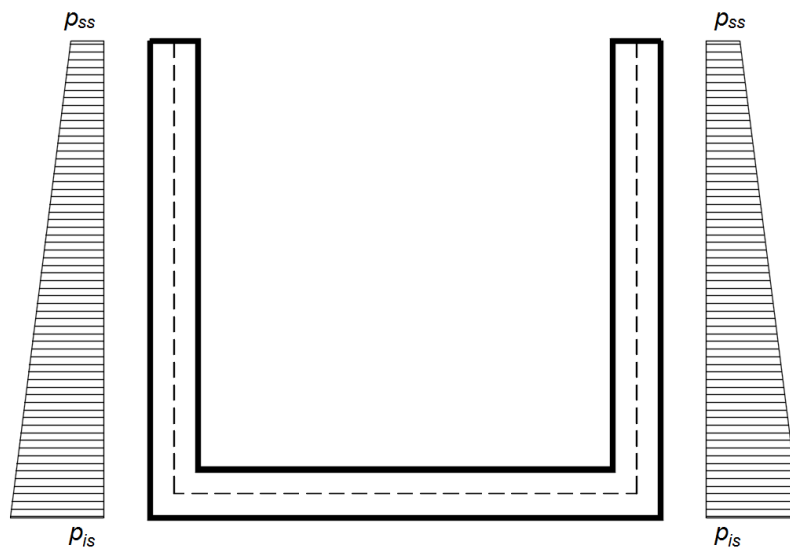


9.3.2 Spinta sulle pareti dovuta al terreno ed al sovraccarico permanente

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, 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:

$$p_{ss} = K_0 * (H_r + H_p + S_s/2) * \gamma = 0.0 \text{ kN/m}$$

$$p_{is} = p_{ss} + K_0 * \gamma * (S_s/2 + H_{int} + S_f/2) = 18.8 \text{ kN/m}$$



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 67 di 139 |

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 3.92 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.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

$$p_{sw} = (S_s/2) * \gamma_w = 0.0 \text{ kN/m}$$

$$p_{iw} = p_{sw} + \gamma_w * (S_s/2 + H_{int} + S_s/2) = 22.0 \text{ kN/m}$$

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

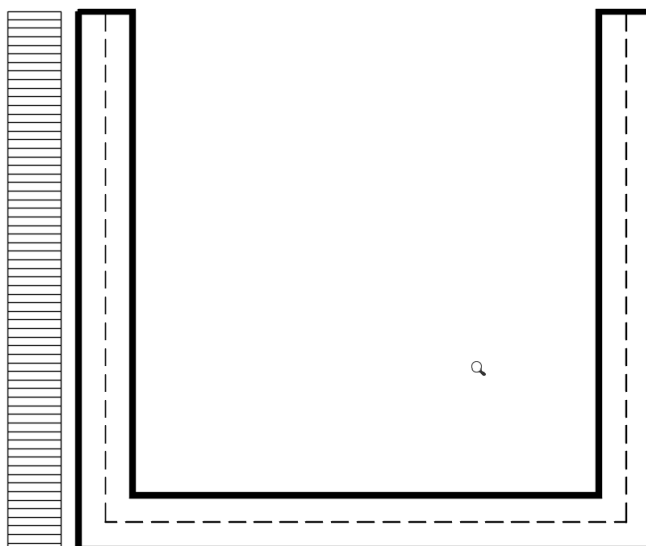
Per il calcolo della spinta dovuta al traffico stradale sul rilevato, si considera un carico tandem distribuito sull'intera lunghezza del mezzo autoarticolato (18.0m) e sui 3.0m di corsia.

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

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

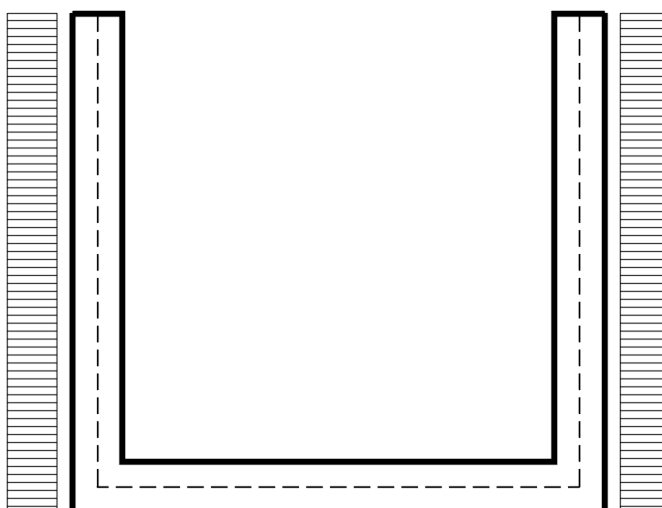
| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 68 di 139 |

c) Spinta sul piedritto sinistro



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.

d) 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 piedritti e soletta con valore pari a 1.71 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 69 di 139 |

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: $k_h = a_{max}/g$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

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:

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

$S_s = 1.184$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T = 1$ Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.184 * 1 * 0.367 g = 0.435 g$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.435$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.217$$

Sisma orizzontale

| | | | |
|--|-----------------------|-------------|---------------------------------|
| $F_{sis} = a_{max} * \gamma * H_{tot}$ | 20.86 | kN/m | (carico applicato sulla parete) |
| $F_{inp} = \alpha * S_p * \gamma * 1m$ | = 4.35 | kN/m | (inerzia piedritti) |
| | Totale = 25.20 | kN/m | (piederitto sx) |
| | Totale = 4.35 | kN/m | (piederitto dx) |

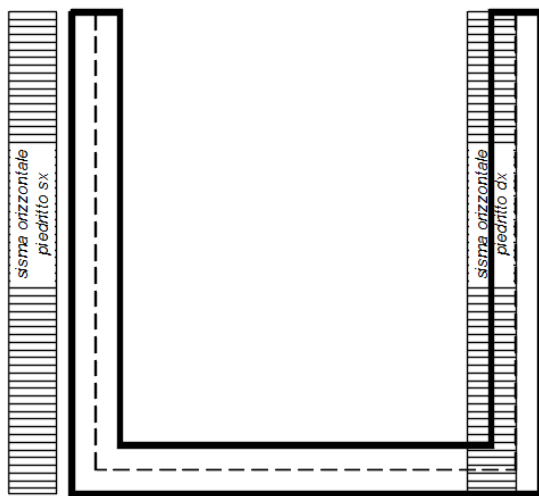
Poiché nel modello di calcolo si considera, nella geometria, l'asse dei piedritti, per tenere in conto i carichi agenti sul semispessore esterno dei piedritti stessi, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta inferiore con valore pari a 5.04 kN. Si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto destro e soletta inferiore con valore pari a 0.87 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>70 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 70 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 70 di 139 | | | | | | | | |

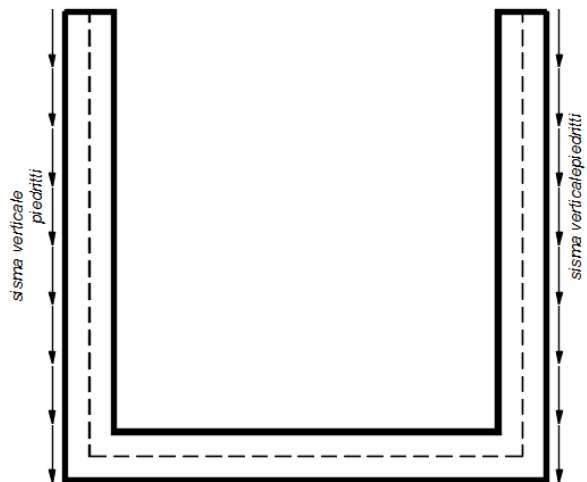
Sisma verticale

$$F_{inp} = 0.5 * \alpha * S_p * \gamma * 1m = 2.17 \text{ kN/m (inerzia piedritti)}$$

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



Azioni per sisma orizzontale



Azioni per sisma verticale

9.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

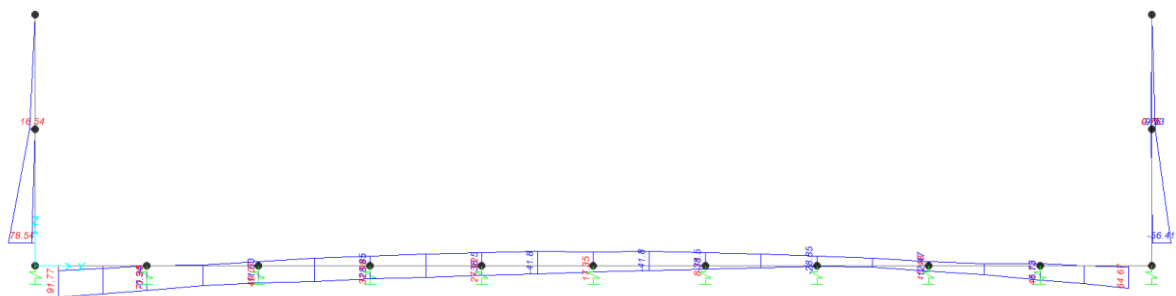


Fig. 1 – Involuppo momenti flettenti SLU-SLV

| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>71 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 71 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 71 di 139 | | | | | | | | |

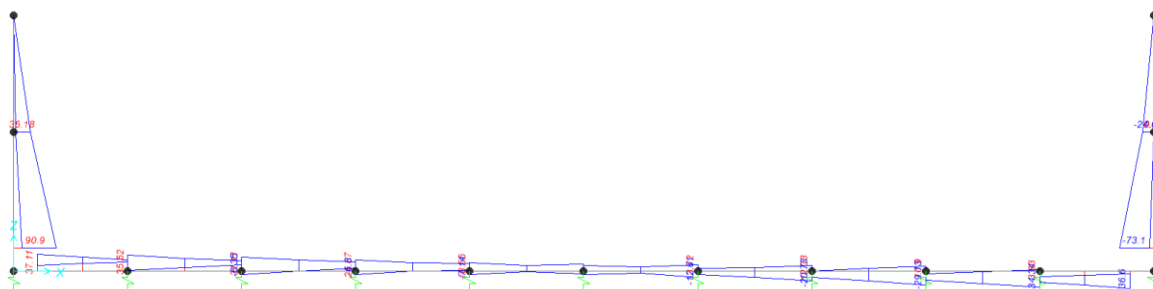


Fig. 2 – Inviluppo sforzi taglianti SLU-SLV

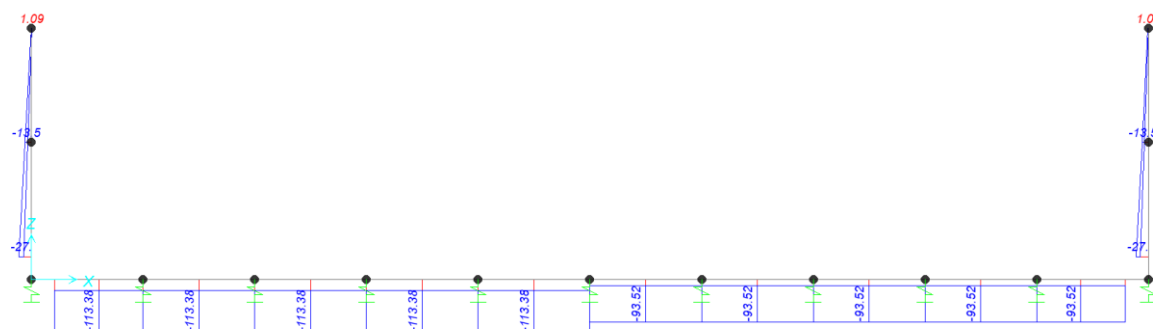


Fig. 3 – Inviluppo azioni assiali SLU-SLV

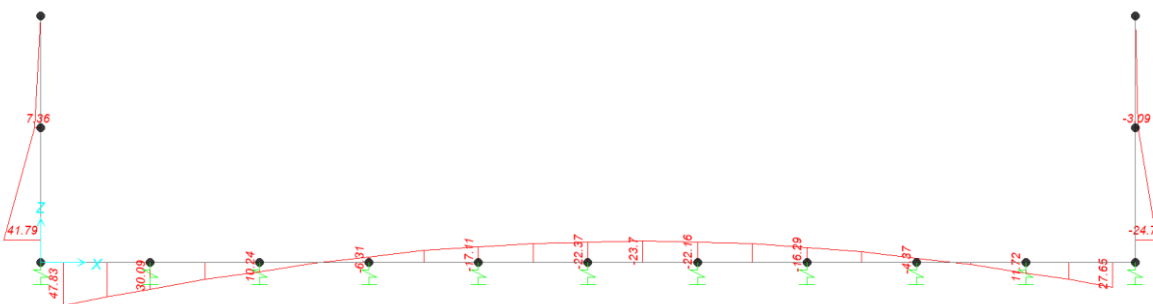


Fig. 4 – Inviluppo momenti flettenti SLE rara

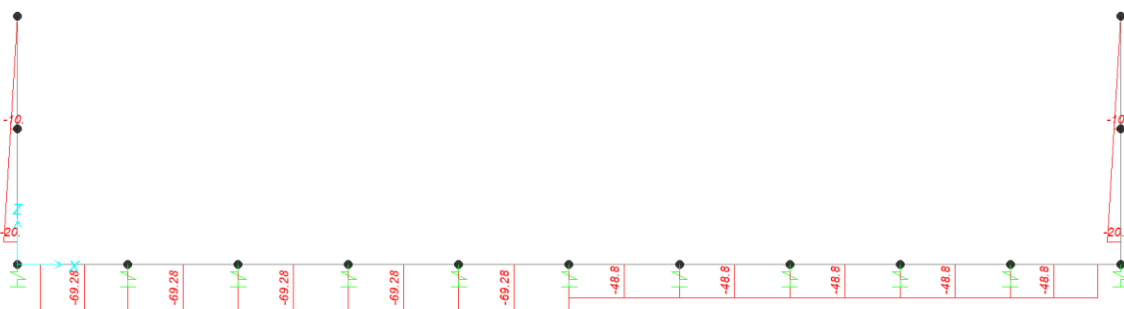


Fig. 5 – Inviluppo azioni assiali SLE rara

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 72 di 139 |

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.

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 | 113.38 | 91.77 | 37.11 |
| | campata | SLU06-STR | 57.27 | -41.80 | - |
| piedritti | nodo soletta inf | SLU16-SIS | 22.39 | 78.54 | 90.90 |

| | | 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 | 69.28 | 47.83 | soletta inferiore | 64.16 | 42.77 | soletta inferiore | 48.80 | 27.58 |
| | campata | 48.80 | -23.70 | | 48.80 | -25.13 | | 48.80 | -29.40 |
| piedritti | nodo soletta inf | 20.00 | 41.79 | piedritti | 20.00 | 37.52 | piedritti | 20.00 | 24.73 |

9.5.1 Armatura

| ARMATURA | | |
|-------------------|----------------|--------------------------|
| soletta inferiore | nodo piedritto | Ø16/20 inf Ø16/20 sup |
| | campata | Ø16/20 inf Ø16/20 sup |
| | | nodo soletta inf |

| INCIDENZA (Kg/m ³) | |
|--------------------------------|----|
| soletta inferiore | 70 |
| piedritti | 70 |

9.5.2 Verifica soletta inferiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|--------------------------------|----------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C28/35 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 15.9 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>73 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 73 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 73 di 139 | | | | | | | | |

| | |
|---|---------------------|
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 32308.0 MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 2.76 MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.4 MPa |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.4 MPa |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.2 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 $\beta_1*\beta_2$: | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$: | 0.50 |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | |
|----------------------|------------|
| Forma del Dominio: | Poligonale |
| Classe Calcestruzzo: | C28/35 |

| 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 | -43.8 | 6.2 | 16 |
| 2 | -43.8 | 33.8 | 16 |
| 3 | 43.8 | 33.8 | 16 |
| 4 | 43.8 | 6.2 | 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 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 74 di 139 |

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 | 113.38 | 91.77 | 37.11 |
| 2 | 57.27 | -41.80 | 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 | 69.28 | 47.83 | 0.00 |
| 2 | 48.80 | -23.70 | 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 | 64.16 | 42.77 (90.89) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 48.80 | -25.13 (-94.07) | 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 | 48.80 | 27.58 (92.80) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 48.80 | -29.40 (-92.01) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|--|---------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 5.4 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 20.3 cm |

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) |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>75 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 75 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 75 di 139 | | | | | | | | |

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 | 113.38 | 91.77 | 113.67 | 150.99 | 1.65 | 20.1(6.4) |
| 2 | S | 57.27 | -41.80 | 57.08 | -142.69 | 3.41 | 20.1(6.4) |

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 | 0.151 | -50.0 | 40.0 | -0.00074 | 43.8 | 33.8 | -0.01964 | -43.8 | 6.2 |
| 2 | 0.00350 | 0.146 | -50.0 | 0.0 | -0.00091 | -43.8 | 6.2 | -0.02053 | 43.8 | 33.8 |

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 | 0.000684645 | -0.023885805 | 0.151 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000710939 | 0.003500000 | 0.146 | 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 | 37.11 | 197.63 | 33.8 | 100.0 | 0.0059 | 0.28 |
| 2 | S | 0.00 | 190.52 | 33.8 | 100.0 | 0.0059 | 0.14 |

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)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>76 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 76 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 76 di 139 | | | | | | | | |

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 | 3.40 | -50.0 | 40.0 | -120.4 | -43.8 | 6.2 | 978 | 10.1 |
| 2 | S | 1.67 | -50.0 | 0.0 | -52.7 | 21.9 | 33.8 | 929 | 10.1 |

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 fctm
e1 Esito della verifica
e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2 = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3 = 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess. Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess. Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
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 | -0.00076 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00036 (0.00036) | 448 | 0.162 (0.20) | 90.53 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00033 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00016 (0.00016) | 435 | 0.069 (0.20) | -94.95 | 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 | 3.04 | -50.0 | 40.0 | -106.6 | -43.8 | 6.2 | 978 | 10.1 |
| 2 | S | 1.77 | -50.0 | 0.0 | -57.3 | 21.9 | 33.8 | 978 | 10.1 |

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 | -0.00067 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00032 (0.00032) | 448 | 0.143 (0.20) | 90.89 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00036 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00017 (0.00017) | 448 | 0.077 (0.20) | -94.07 | 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 | 1.95 | -50.0 | 40.0 | -65.2 | -21.9 | 6.2 | 978 | 10.1 |
| 2 | S | 2.08 | -50.0 | 0.0 | -71.0 | 21.9 | 33.8 | 978 | 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 | -0.00041 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00020 (0.00020) | 448 | 0.088 (0.20) | 92.80 | 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 77 di 139 |

2 S -0.00045 0.00000 0.500 16.0 54 0.00021 (0.00021) 448 0.095 (0.20) -92.01 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 |
| | 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: |
| 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 | 40.0 |
| 3 | 50.0 | 40.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -43.8 | 6.2 | 16 |
| 2 | -43.8 | 33.8 | 16 |
| 3 | 43.8 | 33.8 | 16 |
| 4 | 43.8 | 6.2 | 16 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 78 di 139 |

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 | 22.39 | 78.54 | 90.90 |

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 | 20.00 | 41.79 | 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 | 20.00 | 37.52 (95.05) | 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 | 20.00 | 24.73 (96.95) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>79 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 79 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 79 di 139 | | | | | | | | |

Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.3 cm

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 | 22.39 | 78.54 | 22.41 | 141.26 | 1.80 | 20.1(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 | 0.133 | -50.0 | 40.0 | -0.00134 | 43.8 | 33.8 | -0.02286 | -43.8 | 6.2 |

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 | 0.000779992 | -0.027699670 | 0.133 | 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 | 90.90 | 196.81 | 33.8 | 100.0 | 0.0059 | 0.06 |

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>80 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 80 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 80 di 139 | | | | | | | | |

| | |
|----------------|--|
| 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 | 2.98 | -50.0 | 40.0 | -125.2 | -21.9 | 6.2 | 1026 | 10.1 |

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 fctm 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 | -0.00078 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00038 (0.00038) | 461 | 0.173 (0.20) | 94.68 | 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 | 2.67 | -50.0 | 40.0 | -111.4 | -43.8 | 6.2 | 1026 | 10.1 |

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 | -0.00070 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00033 (0.00033) | 461 | 0.154 (0.20) | 95.05 | 0.00 |

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

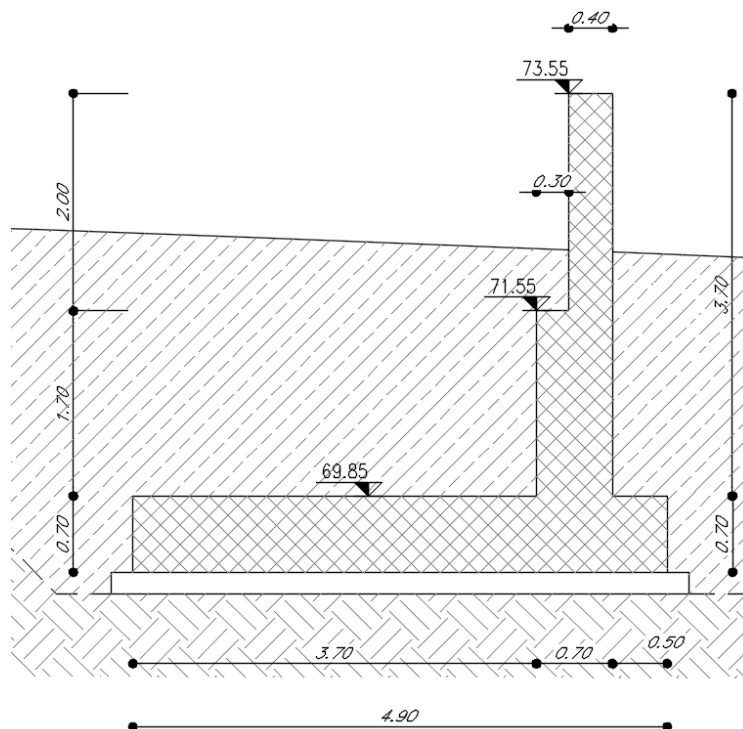
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.76 | -50.0 | 40.0 | -70.0 | -43.8 | 6.2 | 978 | 10.1 |

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 | -0.00044 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 54 | 0.00021 (0.00021) | 448 | 0.094 (0.20) | 96.95 | 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|-----------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>81 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 81 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 81 di 139 | | | | | | | | |

10 MURO DI SOSTEGNO



10.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni salienti della Normativa riguardanti criteri generali di progettazione e verifica delle opere strutturali e geotecniche, oltre a specifiche da adottare per il caso dei Muri di Sostegno.

10.1.1 Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dal DM 17/01/18, con i criteri del metodo **semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra **Stati Limite Ultimi** e **Stati Limite di Esercizio**.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale: $R_d \geq E_d$. Dove:

R_d è la resistenza di progetto

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni,

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k ; \frac{X_k}{\gamma_M} ; a_d \right]$$

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 82 di 139 |

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

oppure

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$, associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 del DM 17.01.18, la verifica della condizione $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (**Approccio 1**) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

EQU perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.

STR raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

GEO raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

UPL perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).

HYD erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I del DM 18 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 83 di 139 |

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLLI

| | | Coefficiente | EQU | A1 | A2 |
|--|-------------|---------------|-----|-----|-----|
| Carichi permanenti G_1 | Favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$ | Favorevoli | γ_{G2} | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q | Favorevoli | γ_Q | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al § 2.5.3 del DM 17.01.18, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto come già illustrati al paragrafo 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 84 di 139 |

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE | (M1) | (M2) |
|--|---|-----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | γ_c | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme opere-terreno con esse interagenti da effettuare caso per caso in funzione del tipo di opera. (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.II di seguito riportata:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|-----------------------|-----|----------|----------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

10.1.2 Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ come già descritta al paragrafo precedente sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnica (GEO)
 - scorrimento sul piano di posa;
 - collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - ribaltamento;
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 85 di 139 |

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (**A2+M2+R2**) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 18; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

| COEFFICIENTE | R2 |
|--------------|-----|
| γ_R | 1,1 |

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (**A1+M1+R3**), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I (di seguito riportata).

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

| Verifica | Coefficiente parziale (R3) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Capacità portante della fondazione | $\gamma_R = 1,4$ |
| Scorrimento | $\gamma_R = 1,1$ |
| Ribaltamento | $\gamma_R = 1,15$ |
| Resistenza del terreno a valle | $\gamma_R = 1,4$ |

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico ferroviario, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.II.V e 5.II.VII del già citato DM.

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione a caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 86 di 139 |

10.1.3 Verifiche di Stabilità Globale

Il DM 18 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 del DM 18 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

| Coefficiente | R2 |
|--------------|-----|
| γ_R | 1.1 |

10.1.4 Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

Nell’ambito delle progettazione delle opere geotecniche soggette alle azioni Sismiche, il § 7.11 .1 del DM 18 specifica che le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari ad 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto, con i coefficienti parziali γ_R indicati nel Capitolo 7 dello Stesso DM, oppure con γ_R indicati nel Capitolo 6 laddove non espressamente specificato.

Ciascuna combinazione di verifica in fase sismica, assume pertanto la seguente espressione generale: **1+1+R**

Riguardo i valori dei coefficienti parziali da applicare alle resistenze (**R**), per il caso dei muri di sostegno, la Tab. 7.11.III del già citato DM (di seguito riportata per completezza), definisce per ciascuna verifica di stabilità locale il relativo valore da considerare per la fase sismica:

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

| Verifica | Coefficiente parziale γ_R |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Carico limite | 1.2 |
| Scorrimento | 1.0 |
| Ribaltamento | 1.0 |
| Resistenza del terreno a valle | 1.2 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 87 di 139 |

La Verifica di Stabilità Globale del complesso opera-terreno, va invece effettuata tenendo conto delle prescrizioni del § 7.11.4 del già citato DM riferito al caso dei “Fronti di scavo e rilevati”, ove viene specificato che il valore del fattore $R = \gamma_R$ sulla resistenza in fase sismica va assunto pari ad 1.2.

10.2 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

10.2.1 Pesi Propri e Carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione nonché della piattaforma ferroviaria, sono valutati tenendo conto dei pesi dell’unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale costituente il muro : $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

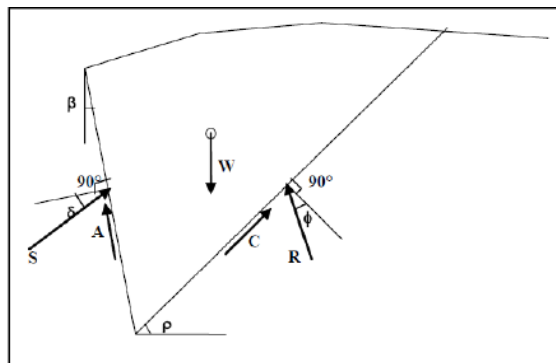
Rilevato: $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$

Terreno in sito: come da caratterizzazione geotecnica di cui al precedente § 4

10.2.2 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 88 di 139 |

metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz, al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata z_i si trova il cuneo di rottura e la spinta S_i ottenendo la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0$ mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per $\varphi < 30^\circ$ $\delta = \text{tg } \varphi'$;

per $\varphi > 35^\circ$ $\delta = 0.85 \text{ tg } \varphi'$;

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 89 di 139 |

per $30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$ δ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

10.2.3 Coefficienti sismici

Il § 7.11.3.5.2 del DM 18, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad [7.11.3]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.4]$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_T) \cdot a_g \quad [7.11.5]$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori specificati di seguito:

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

| | Categoria di sottosuolo | |
|--------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0,2 < a_g (g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0,1 < a_g (g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g (g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

Nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, potranno essere assunti come definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC anche per i muri su pali, con l'avvertenza di sostituire le relazioni 7.11.6 e 7.11.7 delle stesse norme tecniche con le espressioni di seguito riportate (Manuale RFI):

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 90 di 139 |

$$k_h = 2 \cdot \beta_m \cdot S_T \cdot S_s \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$k_v = \frac{1}{2} \cdot k_h$$

10.2.4 Spinte del terreno in Fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al paragrafo precedente, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

10.2.5 Carichi Accidentali

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento, sia nel caso di muri di sostegno che di sottoscarpa, sono soggette, con effetti più o meno gravosi a seconda della distanza del binario dall'opera, alle azioni accidentali da traffico ferroviario.

I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli, vengono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi $q_k = 20$ kPa

10.2.6 Combinazioni di Carico

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 17/01/2018, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione di esercizio (SLE)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifico delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifico delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

Approccio 1:

Fase Statica: A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

1+M2+R1 (EQK-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche in fase 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 91 di 139 |

Approccio 2:

Fase Statica: A1+M1+R3 (STR / GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

essendo:

Nel caso in esame si opererà utilizzando l'APPROCCIO 2.

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

10.3 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normative vigente.

10.3.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa e come già illustrate al paragrafo precedente.

10.3.1.1 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (**Fr**) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (**Fs**) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad 1,1 per verifiche in fase statica e pari ad 1,0, per le verifiche in fase sismica.

Le forze che intervengono nella **Fs** sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 92 di 139 |

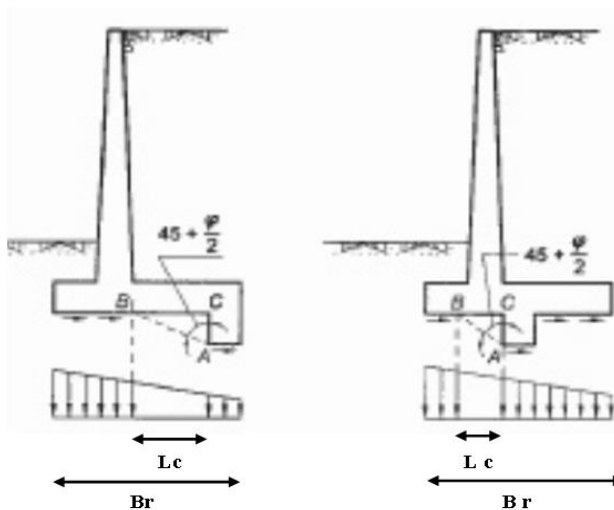
Detta **N** la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δf l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

In casi particolari specificati dalla normativa, come già descritto al paragrafo precedente, è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro.

Come già ampiamente illustrato al paragrafo precedente, la valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti **A** ed **M** fissati dalla normativa per la combinazioni di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alle teoria di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto **N** la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, **Q** l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, **Sp** la resistenza passiva, **Lc** l'ampiezza del cuneo e indicando con δf l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 93 di 139 |

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + Sp + ca - Lr$$

con $Lr = Br - Lc$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

per $\phi < 30^\circ$ $\mu = \operatorname{tg} \phi'$;

per $\phi > 35^\circ$ $\mu = 0.85 \operatorname{tg} \phi'$;

per $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ μ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione c_a terra-opera è stata assunta pari al valore di coesione del terreno di fondazione.

10.3.1.2 Verifica a carico limite

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- c_a Adesione lungo la base della fondazione ($c_a \leq c$)
- V Azione tagliante
- ω Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_n Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_n = \tan^2(45^\circ + \omega/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- α inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- q_{ult} Carico ultimo della fondazione

Risulta:

Caso generale

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

Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 94 di 139 |

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = Kp e^{\pi tg\phi}$$

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

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)tg\phi$$

Fattori di forma

| per $\phi = 0$ | per $\phi > 0$ |
|-------------------------|----------------------------------|
| $s_c = 0.2 \frac{B}{L}$ | $s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$ |
| | $s_q = 1 + \frac{B}{L} tg\phi$ |
| | $s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$ |

Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$, $L' = L - 2e_L$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|-------------|---|-----------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.001</td> <td>B</td> <td>95 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.001 | B | 95 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.001 | B | 95 di 139 | | | | | | | | |

| per $\phi = 0$ | per $\phi > 0$ |
|---|---|
| $i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$ | $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ |
| | $i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$ |
| | Per $\eta = 0$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$ |
| | Per $\eta > 0$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$ |

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione Fattori di inclinazione del terreno

| per $\phi = 0$ | per $\phi > 0$ |
|--------------------------------------|---|
| $b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ | $b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2\eta^\circ \phi}$ $b_\gamma = e^{-2.7\eta^\circ \phi}$ |

| per $\phi = 0$ | per $\phi > 0$ |
|---------------------------------------|---|
| $g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ | $g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5tg\beta)^\delta$ |

Si precisa infine che, in relazione alle specifiche di normativa di cui al paragrafo precedente, ai fini delle verifiche, al valore di q_{ult} determinato con i criteri di cui sopra, va applicato un coefficiente parziale di sicurezza R pari ad **1.4** per le verifiche in fase statica ovvero pari ad **1.2** per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, i coefficienti di sicurezza q_{ult}/q_d , dovranno risultare non inferiori ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

10.3.1.3 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

M_{rib} : momento delle azioni ribaltanti;

M_{sta} : momento delle azioni stabilizzanti

occorrerà verificare quanto segue:

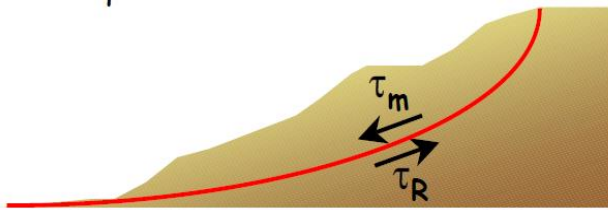
$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

Con R pari ad 1.15 per le verifiche statiche e 1.00 per le verifiche in fase sismica. ovvero, equivalentemente, il rapporto M_{sta}/M_{rib} dovrà risultare non inferiore ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 96 di 139 |

10.3.1.4 Stabilità Globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica, come già illustrate precedentemente; riguardo quest'ultimo aspetto, si segnala, come già ampiamente illustrato in precedenza, che la norma impone di fattorizzare con un coefficiente parziale R le resistenze, che assume valore 1.1 per le verifiche statiche ed 1.2 per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, che il valore di Fs come precedentemente definito, risulti non inferiore ai predetti valori.

10.3.2 Verifiche strutturali

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 17.01.18.

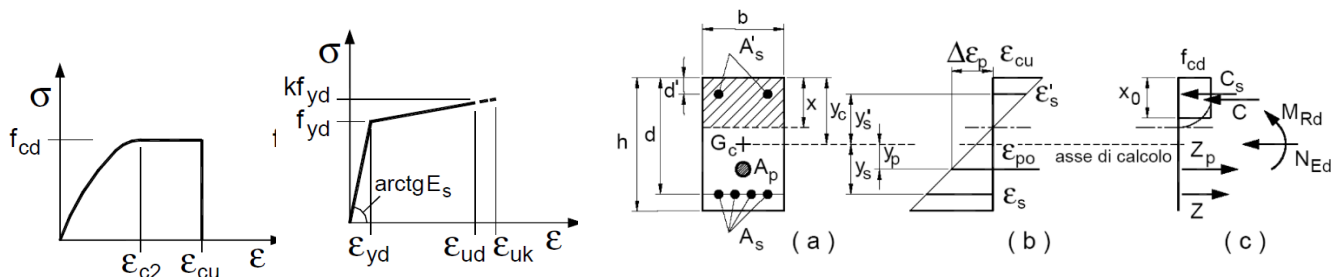
10.3.2.1 VERIFICHE ALLO SLU

10.3.2.1.1 Pressoflessione sezioni in c.a.

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3.4.2 del DM 18, secondo quanto riportato

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 97 di 139 |

schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio

Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consiste nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

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

dove

- M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;
- N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;
- M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

10.3.2.1.2 Taglio sezioni in c.a.

La resistenza a taglio V_{Rd} degli elementi strutturali in c.a., può essere valutata secondo le formulazioni fornite al § 4.1.2.3.5 del DM 17.01.18, riferite sia al caso di "elementi privi di armatura a taglio" sia al caso di "elementi armati a taglio". Per il caso di una membratura priva di armatura specifica, risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw} / (b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd} , che assumono nell'ordine le seguenti espressioni:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

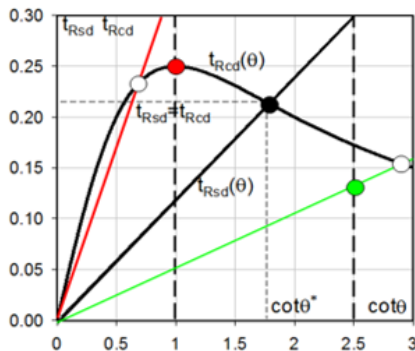
| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 98 di 139 |

Essendo: $1 \leq \cotg \theta \leq 2,5$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.3.5.2 del DM 17.01.18 considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione. $1 \leq \cotg \theta \leq 2,5$ $45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$.

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{V \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$



- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

Dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

| | | | |
|------------|----------------------------------|-------------------------------|--|
| α_c | coefficiente maggiorativo pari a | 1 | per membrature non compresse |
| | | $1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ | per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$ |
| | | 1,25 | per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$ |
| | | $2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ | per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$ |

$$\omega_{sw} : \text{Percentuale meccanica di armatura trasversale. } \omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 100 di 139 |

| | | | | | | |
|---|------------------|------------------|--------------------|------------|-------------|------------|
| a | Ordinarie | frequente | ap. fessure | $\leq w_2$ | ap. fessure | $\leq w_3$ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| b | Aggressive | frequente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |
| c | Molto Aggressive | frequente | formazione fessure | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |

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:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, 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 DM 17.1.2018, 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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 101 di 139 |

10.4 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche esposte nel presente documento sono state effettuate con l’Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

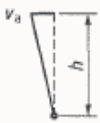


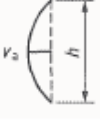
•“ MAX - ver 15” (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

10.5 ANALISI E VERIFICHE MURI

10.5.1 Sovrappinta sismica

Per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall’EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 “*Movements to mobilise limit earth pressures*”):

Table C.1 — Ratios v_d/h

| Kind of wall movement | v_d/h | |
|---|-----------------|-----------------|
| | loose soil % | dense soil % |
| a)  | 0,4 to 0,5 | 0,1 to 0,2 |
| b)  | 0,2 | 0,05 to 0,1 |
| c)  | 0,8 to 1,0 | 0,2 to 0,5 |
| d)  | 0,4 to 0,5 | 0,1 to 0,2 |
| where: v_a is the wall motion to mobilise active earth pressure h is the height of the wall | | |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 102 di 139 |

In condizioni sismiche, l'entità degli spostamenti dipende principalmente dall'intensità dell'azione sismica e dalla rigidità del sistema pali-terreno; pertanto, la possibilità di ammettere la mobilitazione della spinta attiva è subordinata alla valutazione degli spostamenti dell'opera e potrà essere valutata caso per caso. Cautelativamente, la valutazione degli spostamenti, da effettuarsi calcolando le spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche, sarà riferita alla base dell'opera (i.e. alla sommità della palificata) e il confronto con i valori di riferimento per la mobilitazione della spinta attiva sarà effettuato in accordo con lo schema b) della tabella estratta dall'EC7 per terreni addensati (rilevati stradali e ferroviari). L'altezza h rispetto alla quale effettuare la verifica corrisponde all'altezza totale dell'opera su cui agisce la spinta del terreno, comprensiva dello spessore della fondazione.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, non ricorressero le condizioni di spinta attiva, si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 "Force due to earth pressure for rigid structures"):

$$\Delta S_s = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad $H/2$.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, ricorressero le condizioni di spinta attiva, si confermerà la correttezza dell'ipotesi di calcolo delle spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche.

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche si farà in generale riferimento alla formulazione di Muller – Breslau:

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

ϕ = angolo di attrito interno del terreno

α = inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale

β = inclinazione del pendio di monte rispetto al piano orizzontale

δ = angolo di attrito terra-muro

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche si farà riferimento alla formulazione di Mononobe-Okabe:

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 103 di 139 |

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \vartheta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \vartheta)}{\cos(\delta + \alpha + \vartheta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{se } \beta \leq \phi - \theta$$

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \vartheta)} \quad \text{se } \beta > \phi - \theta$$

dove θ = angolo sismico, definito secondo la seguente espressione (in assenza di falda) in funzione dei coefficienti sismici k_h e k_v :

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

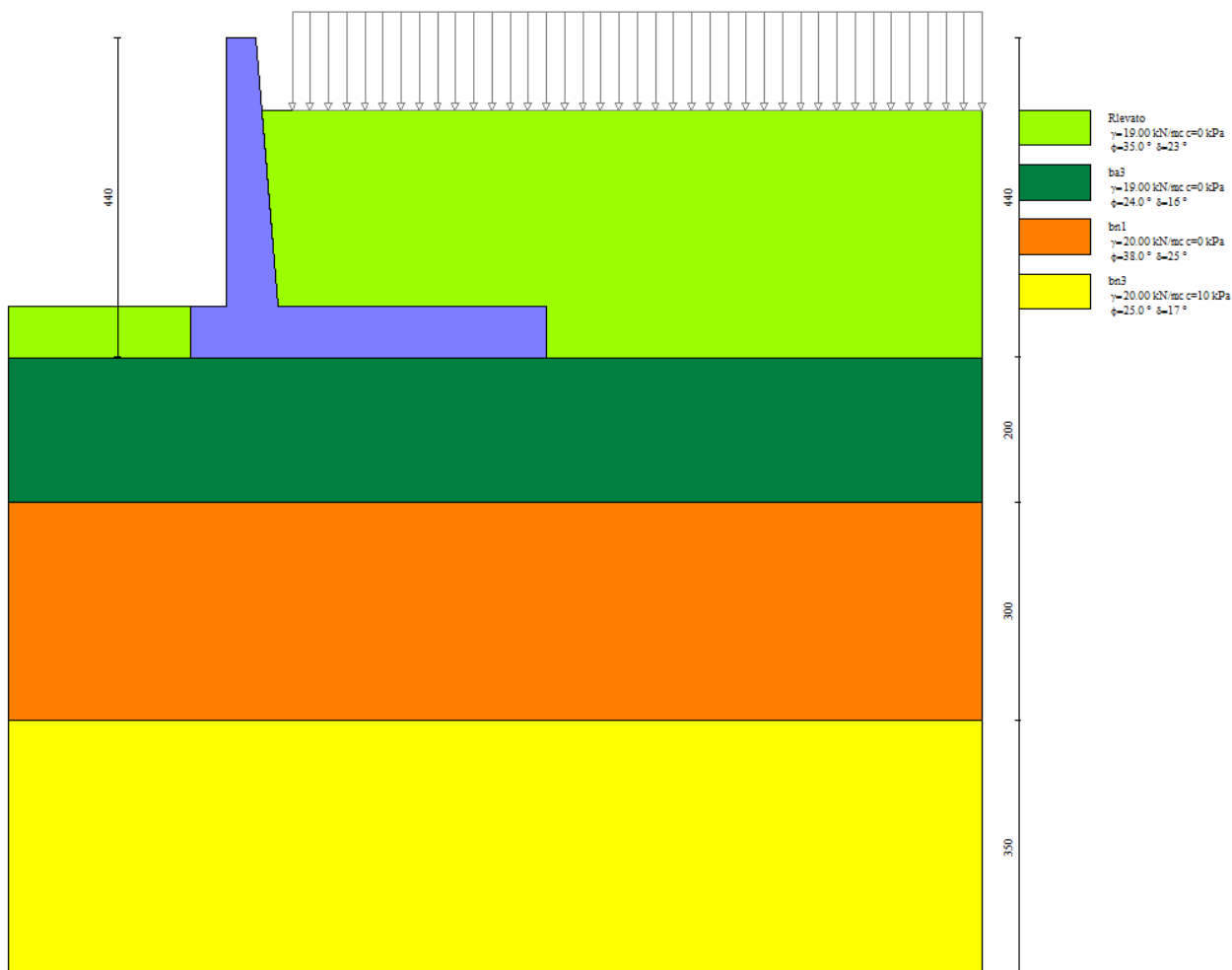
Le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo a_g .

Avendo valutato preliminarmente l'entità dello spostamento della struttura in fase sismica, e ricorrendo le condizioni sopra descritte (EC7 - Parte 1 - Annesso C), si giudica accettabile l'ipotesi iniziale di Spinta Attiva.

10.6 MODELLO DI CALCOLO

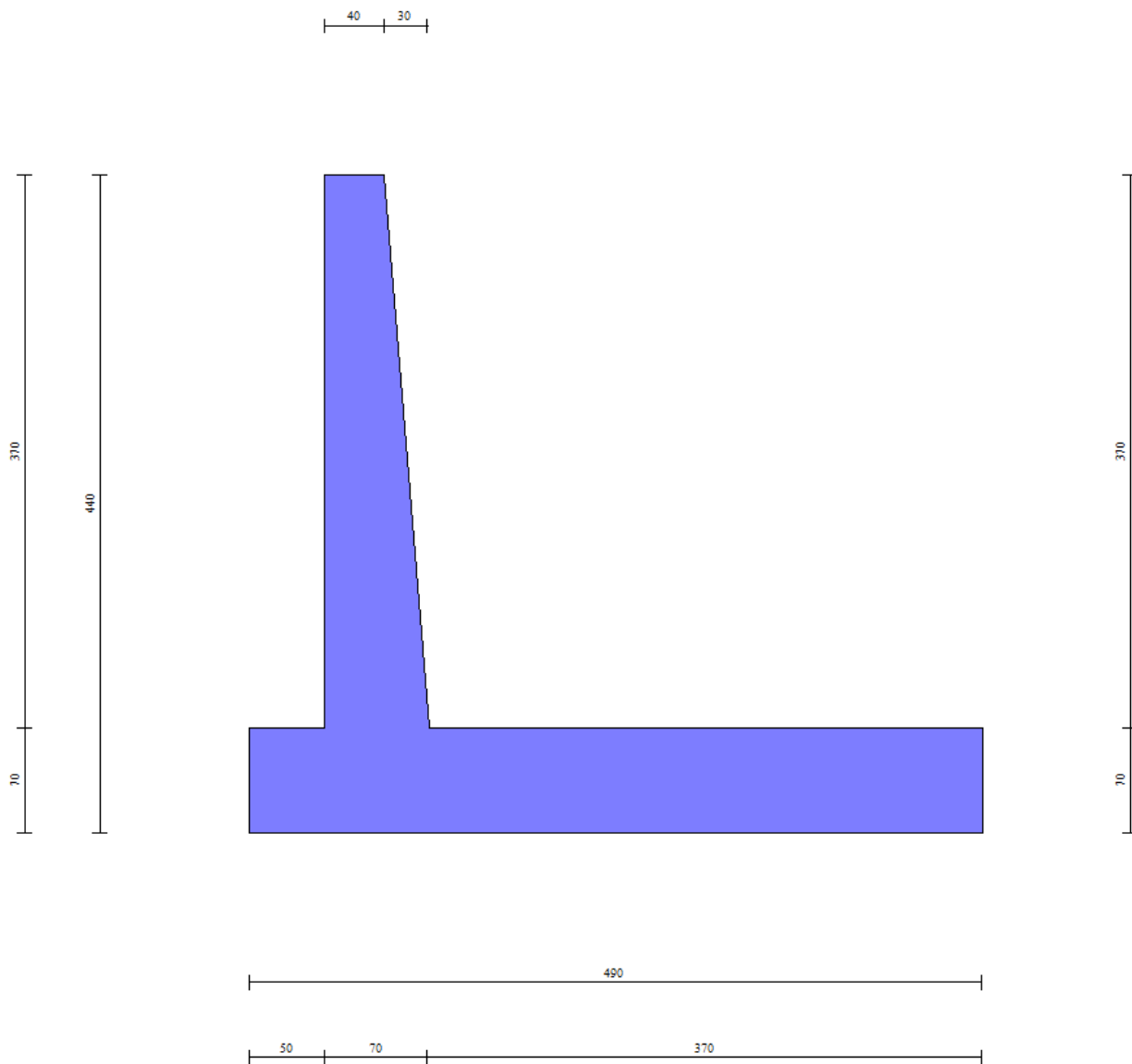
È stato considerato un apramento interno inclinato equivalente al paramento "scalettato" presente negli elaborati grafici

| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>104 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 104 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 104 di 139 | | | | | | | | |



Modello di calcolo

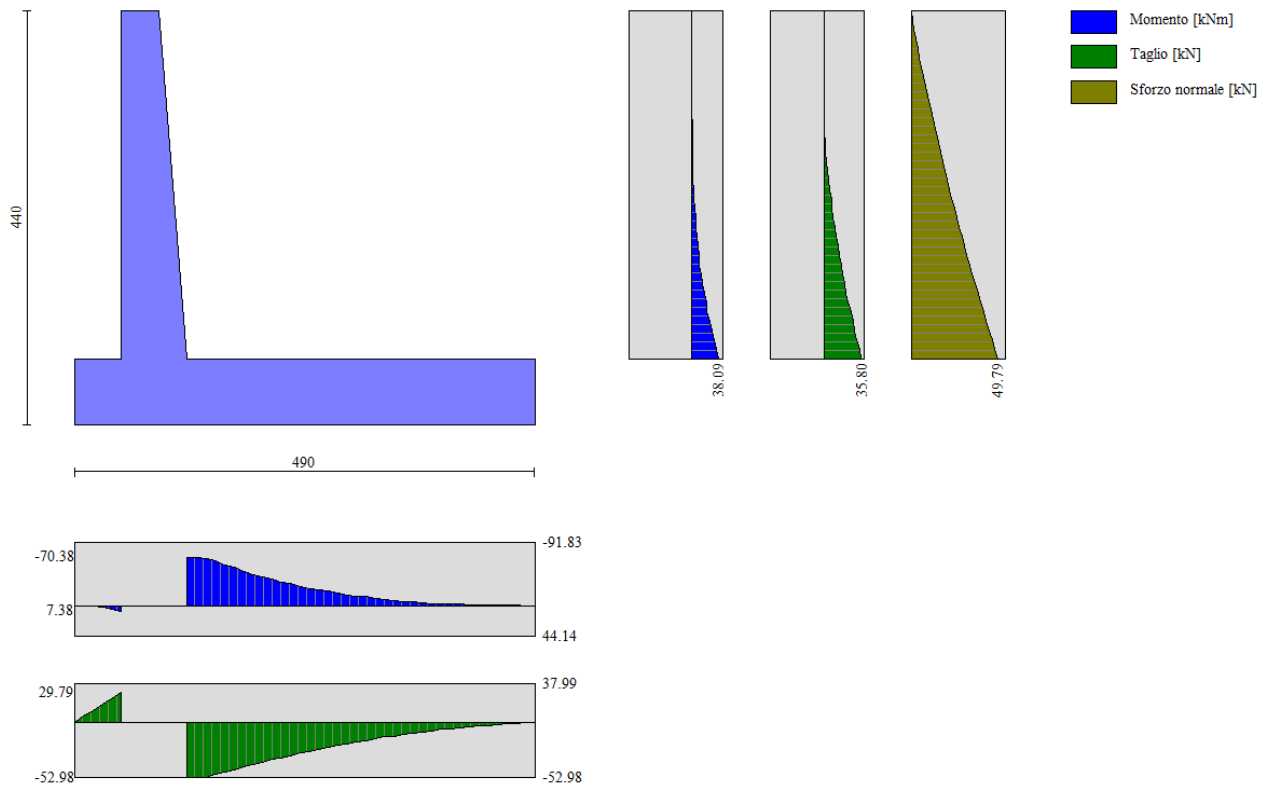
| APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | <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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>105 di 139</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 105 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 105 di 139 | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | | | | | | | | | | | | |



Geometria

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>106 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 106 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 106 di 139 | | | | | | | | |

10.6.1 Risultati



Involuppo sollecitazioni

10.7 TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA FERRI

| | INCIDENZA (kg/mc) |
|-----------------|-------------------|
| Fondazione Muro | 100 |
| Elevazione Muro | 100 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 107 di 139 |

10.8 TABULATI DI CALCOLO

Dati

Materiali

Simbologia adottata

| | |
|----------------------------|---|
| n° | Indice materiale |
| Descr | Descrizione del materiale |
| <u>Calcestruzzo armato</u> | |
| C | Classe di resistenza del cls |
| A | Classe di resistenza dell'acciaio |
| γ | Peso specifico, espresso in [kN/mc] |
| Rck | Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa] |
| E | Modulo elastico, espresso in [kPa] |
| ν | Coeff. di Poisson |
| n | Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls |
| ntc | Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso |

Calcestruzzo armato

| n° | Descr | C | A | γ [kN/mc] | Rck [kPa] | E [kPa] | ν | n | ntc |
|----|-------------------|---------|---------|---------------------|--------------|------------|-------|-------|------|
| 1 | C32/40 | C32/40 | B450C | 24.5170 | 40000 | 33642648 | 0.30 | 15.00 | 0.50 |
| 2 | Materiale tiranti | Rck 250 | Precomp | 24.5170 | 24517 | 30073438 | 0.30 | 15.00 | 0.50 |
| 5 | C28/35 | C28/35 | B450C | 24.5170 | 35000 | 32587986 | 0.30 | 15.00 | 0.50 |

Acciai

| Descr | f _{yk} [kPa] | f _{uk} [kPa] |
|-------|--------------------------|--------------------------|
| B450C | 450000 | 540000 |

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

| | |
|----|------------------------------------|
| n° | numero ordine del punto |
| X | ascissa del punto espressa in [m] |
| Y | ordinata del punto espressa in [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.001 | REV. B | FOGLIO 108 di 139 |

A inclinazione del tratto espressa in [°]

| n° | X [m] | Y [m] | A [°] |
|----|----------|----------|----------|
| 1 | 0.08 | -1.00 | 0.000 |
| 2 | 10.00 | -1.00 | 0.000 |

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
 Altezza paramento 3.70 [m]
 Altezza paramento libero 3.70 [m]
 Spessore in sommità 0.40 [m]
 Spessore all'attacco con la fondazione 0.70 [m]
 Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]
 Inclinazione paramento interno 4.60 [°]

Fondazione

Materiale C28/35
 Lunghezza mensola di valle 0.50 [m]
 Lunghezza mensola di monte 3.70 [m]
 Lunghezza totale 4.90 [m]
 Inclinazione piano di posa 0.00 [°]
 Spessore 0.70 [m]
 Spessore magrone 0.00 [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>109 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 109 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 109 di 139 | | | | | | | | |

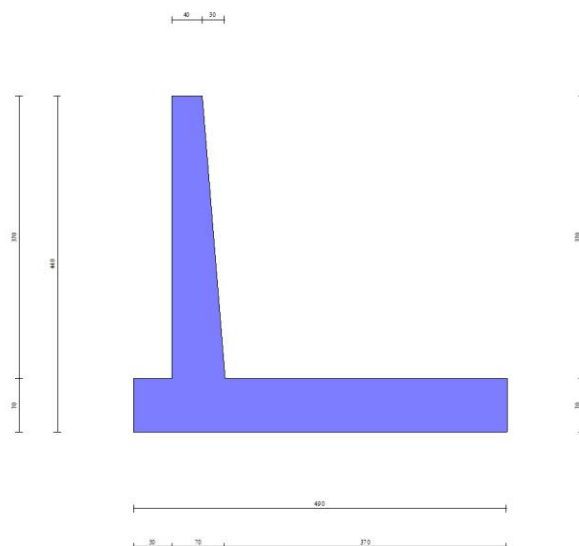


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

| | |
|---|---|
| n° | Indice del terreno |
| Descr | Descrizione terreno |
| γ | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc] |
| γ_s | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| ϕ | Angolo d'attrito interno espresso in [°] |
| δ | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°] |
| c | Coesione espressa in [kPa] |
| ca | Adesione terra-muro espressa in [kPa] |
| Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix | |
| Cesp | Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix) |
| τ_l | Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa] |

| n° | Descr | γ [kN/mc] | γ_{sat} [kN/mc] | ϕ [°] | δ [°] | c [kPa] | ca [kPa] | Cesp | τ_l [kPa] |
|----|---------|---------------------|---------------------------|---------------|-----------------|------------|-------------|------|-------------------|
| 1 | ba3 | 19.0000 | 19.0000 | 24.000 | 16.000 | 0 | 0 | --- | --- |
| 2 | bn1 | 20.0000 | 20.0000 | 38.000 | 25.330 | 0 | 0 | --- | --- |
| 3 | bn3 | 20.0000 | 20.0000 | 25.000 | 16.670 | 10 | 5 | --- | --- |
| 4 | Rlevato | 19.0000 | 19.0000 | 35.000 | 23.330 | 0 | 0 | --- | --- |

Stratigrafia

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>110 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 110 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 110 di 139 | | | | | | | | |

Simbologia adottata

| | |
|--|--|
| n° | Indice dello strato |
| H | Spessore dello strato espresso in [m] |
| α | Inclinazione espressa in [°] |
| Terreno | Terreno dello strato |
| <u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u> | |
| Kw | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm |
| Ks | Coefficiente di spinta |
| Cesp | Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix) |

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

| n° | H [m] | α [°] | Terreno | Kw [Kg/cm ²] | Ks | Cesp | Kst _{sta} | Kst _{sis} |
|----|-------|--------------|---------|--------------------------|-----|------|--------------------|--------------------|
| 1 | 4.40 | 0.000 | Rlevato | --- | --- | --- | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 2.00 | 0.000 | ba3 | --- | --- | --- | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 3.00 | 0.000 | bn1 | --- | --- | --- | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 3.50 | 0.000 | bn3 | --- | --- | --- | 0.000 | 0.000 |

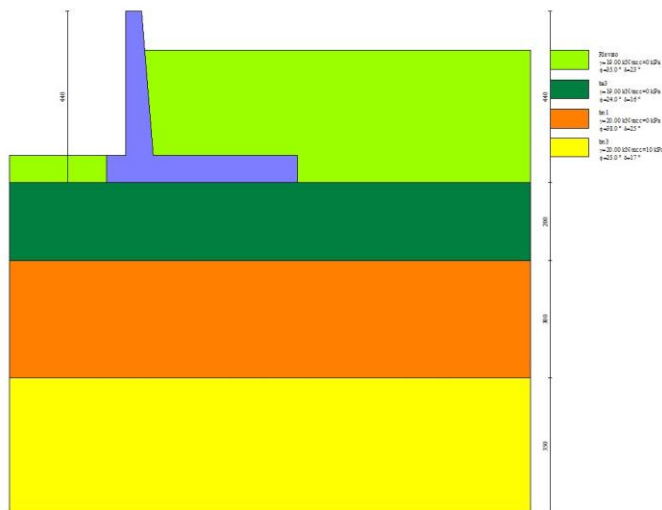


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 111 di 139 |

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

| | |
|----------------|--|
| X | Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] |
| F _x | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN] |
| F _y | Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN] |
| M | Momento espresso in [kNm] |
| X _i | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m] |
| X _f | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m] |
| Q _i | Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN] |
| Q _f | Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN] |

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

| n° | Tipo | X [m] | F _x [kN] | F _y [kN] | M [kNm] | X _i [m] | X _f [m] | Q _i [kN] | Q _f [kN] |
|----|-------------|----------|------------------------|------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Distribuito | | | | | 0.50 | 10.00 | 20.0000 | 20.0000 |

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| Carichi | Effetto | | Combinazioni statiche | | | | Combinazioni sismiche | | | |
|----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|
| | | | HYD | UPL | EQU | A1 | A2 | EQU | A1 | A2 |
| Permanenti strutturali | Favorevoli | $\gamma_{G1,fav}$ | 1.00 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti strutturali | Sfavorevoli | $\gamma_{G1,sfav}$ | 1.00 | 1.10 | 1.30 | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevoli | $\gamma_{G2,fav}$ | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevoli | $\gamma_{G2,sfav}$ | 1.00 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Variabili | Favorevoli | $\gamma_{Q,fav}$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevoli | $\gamma_{Q,sfav}$ | 1.00 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Variabili da traffico | Favorevoli | $\gamma_{QT,fav}$ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevoli | $\gamma_{QT,sfav}$ | 1.00 | 1.50 | 1.35 | 1.35 | 1.15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro | | Combinazioni statiche | | Combinazioni sismiche | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
| | | M1 | M2 | M1 | M2 |
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan(\phi)}$ | 1.00 | 1.25 | 1.00 | 1.00 |
| Coesione efficace | γ_c | 1.00 | 1.25 | 1.00 | 1.00 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1.00 | 1.40 | 1.00 | 1.00 |
| Peso nell'unità di volume | γ_γ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

| Verifica | Combinazioni statiche | | | Combinazioni sismiche | | |
|-------------------|-----------------------|----|------|-----------------------|----|------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| Capacità portante | -- | -- | 1.40 | -- | -- | 1.20 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 112 di 139 |

| Verifica | Combinazioni statiche | | | Combinazioni sismiche | | |
|----------------------------|-----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| Scorrimento | -- | -- | 1.10 | -- | -- | 1.00 |
| Resistenza terreno a valle | -- | -- | 1.40 | -- | -- | 1.20 |
| Ribaltamento | -- | -- | 1.15 | -- | -- | 1.00 |
| Stabilità fronte di scavo | -- | 1.10 | -- | -- | 1.20 | -- |

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B FOGLIO 113 di 139 |

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Favorevole |
| Spinta terreno | 1.30 | -- | Sfavorevole |
| Condizione 1 | 1.35 | 1.00 | Sfavorevole |

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Favorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Condizione 1 | 1.15 | 1.00 | Sfavorevole |

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Favorevole |
| Spinta terreno | 1.30 | -- | Sfavorevole |
| Condizione 1 | 1.35 | 1.00 | Sfavorevole |

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Favorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

| | | | | | | | |
|--|---|---|-------|----------|-----------|---------------|--------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| 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 | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B 114 di 139 |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | | | | | | |

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Favorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

Combinazione n° 10 - SLER

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Condizione 1 | 1.00 | 1.00 | Favorevole |

Combinazione n° 11 - SLEF

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Condizione 1 | 1.00 | 0.75 | Favorevole |

Combinazione n° 12 - SLEQ

| Condizione | γ | Ψ | Effetto |
|-----------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Peso terrapieno | 1.00 | -- | Sfavorevole |
| Spinta terreno | 1.00 | -- | Sfavorevole |

Dati sismici

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Comune | Ponte |
| Provincia | Benevento |
| Regione | Campania |
| Latitudine | 41.213973 |
| Longitudine | 14.693540 |
| Indice punti di interpolazione | 31431 - 31653 - 31654 - 31432 |
| Vita nominale | 75 anni |
| Classe d'uso | III |
| Tipo costruzione | Normali affollamenti |
| Vita di riferimento | 113 anni |

| | Simbolo | U.M. | SLU | SLE |
|--|---------|---------------------|-------|-------|
| Accelerazione al suolo | a_g | [m/s ²] | 3.600 | 1.248 |
| Accelerazione al suolo | a_g/g | [%] | 0.367 | 0.127 |
| Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale | F0 | | 2.347 | 2.332 |
| Periodo inizio tratto spettro a velocità costante | Tc* | | 0.395 | 0.326 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 115 di 139 |

| | Simbolo | U.M. | | SLU | SLE |
|---|---------|------|----|-------|-------|
| Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico | Ss | | C | 1.183 | 1.500 |
| Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica | St | | T1 | 1.000 | |

| Stato limite ... | Coeff. di riduzione β_m | kh | kv |
|-----------------------|-------------------------------|--------|--------|
| Ultimo | 0.380 | 16.497 | 8.249 |
| Ultimo - Ribaltamento | 0.570 | 24.746 | 12.373 |
| Esercizio | 0.470 | 8.966 | 4.483 |

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 116 di 139 |

Opzioni di calcolo

Spinta

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Metodo di calcolo della spinta | Coeff. di spinta definiti da strato |
| Tipo di spinta | Spinta attiva |
| Terreno a bassa permeabilità | SI |
| Superficie di spinta limitata | NO |

Capacità portante

| | |
|---|--------------------------------|
| Metodo di calcolo della portanza | Meyerhof |
| Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati) | Ponderata |
| Criterio di riduzione per eccentricità della portanza | Meyerhof |
| Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) | Nessuna |
| Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite (0.5B _y /N _y) | Larghezza ridotta (B') |
| Fattori di forma e inclinazione del carico | Solo i fattori di inclinazione |
| Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra | |

Stabilità globale

| | |
|---|--------|
| Metodo di calcolo della stabilità globale | Bishop |
|---|--------|

Altro

| | |
|--|-------|
| Partecipazione spinta passiva terreno antistante | 0.00 |
| Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione | 50.00 |
| Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni | NO |
| Considera terreno sulla fondazione di valle | SI |
| Considera spinta e peso acqua fondazione di valle | NO |

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 117 di 139 |

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

| Combinazione | Calcestruzzo | Acciaio |
|------------------|---------------|---------------|
| Rara | 0.60 f_{ck} | 0.80 f_{yk} |
| Frequente | 1.00 f_{ck} | 1.00 f_{yk} |
| Quasi permanente | 0.45 f_{ck} | 1.00 f_{yk} |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>118 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 118 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 118 di 139 | | | | | | | | |

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

| | |
|--------|--|
| Ic | Indice della combinazione |
| A | Tipo azione |
| I | Inclinazione della spinta, espressa in [°] |
| V | Valore dell'azione, espressa in [kN] |
| Cx, Cy | Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN] |
| Px, Py | Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m] |

| Ic | A | V [kN] | I [°] | Cx [kN] | Cy [kN] | Px [m] | Py [m] |
|----|-------------------------|-----------|----------|------------|-------------|-----------|-----------|
| 1 | Spinta statica | 57.33 | 23.33 | 52.65 | 22.71 | 4.00 | -3.04 |
| | Peso/Inerzia muro | | | 0.00 | 133.84/0.00 | 0.93 | -3.29 |
| | Peso/Inerzia terrapieno | | | 0.00 | 289.82/0.00 | 2.11 | -2.34 |

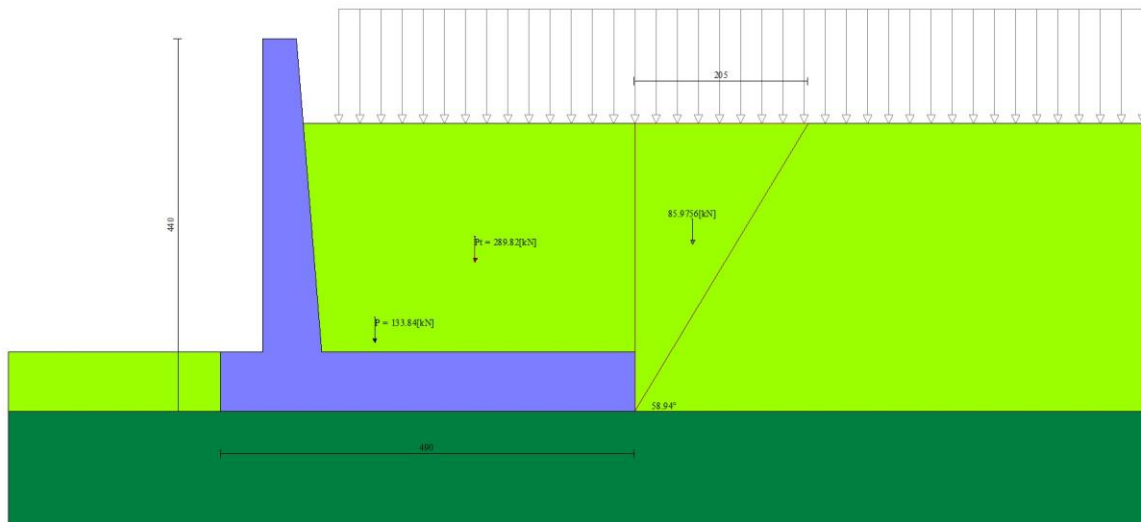


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 119 di 139 |

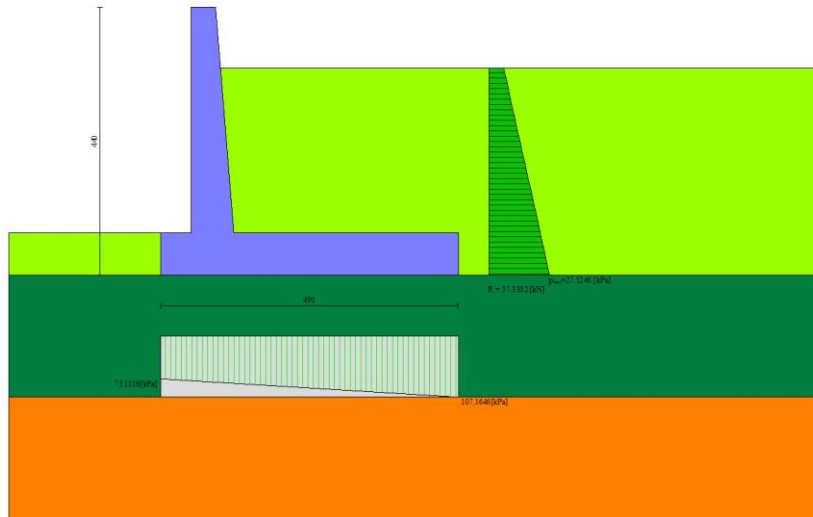


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

| | |
|----------------|---|
| Cmb | Indice/Tipo combinazione |
| N | Componente normale al piano di posa, espressa in [kN] |
| T | Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN] |
| M _r | Momento ribaltante, espresso in [kNm] |
| M _s | Momento stabilizzante, espresso in [kNm] |
| ecc | Eccentricità risultante, espressa in [m] |

| Ic | N [kN] | T [kN] | M _r [kNm] | M _s [kNm] | ecc [m] |
|--------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------|
| 1 - STR (A1-M1-R3) | 446.37 | 52.65 | 71.35 | 1228.50 | -0.144 |
| 2 - STR (A1-M1-R3) | 372.61 | 91.94 | 140.92 | 977.38 | 0.204 |
| 3 - STR (A1-M1-R3) | 316.71 | 88.26 | 203.08 | 901.19 | 0.245 |
| 4 - GEO (A2-M2-R2) | 428.46 | 54.45 | 74.55 | 1166.67 | -0.100 |
| 5 - GEO (A2-M2-R2) | 372.61 | 91.94 | 140.92 | 977.38 | 0.204 |
| 6 - GEO (A2-M2-R2) | 316.71 | 88.26 | 203.08 | 901.19 | 0.245 |
| 7 - EQU (A1-M1-R3) | 446.37 | 52.65 | 71.35 | 1228.50 | -0.144 |
| 8 - EQU (A1-M1-R3) | 389.64 | 127.10 | 199.97 | 1028.49 | 0.322 |
| 9 - EQU (A1-M1-R3) | 306.24 | 122.63 | 295.01 | 916.41 | 0.420 |
| 10 - SLEF | 416.39 | 39.91 | 53.88 | 1126.98 | -0.128 |
| 11 - SLEF | 397.26 | 36.09 | 47.40 | 1065.62 | -0.114 |
| 12 - SLEQ | 339.85 | 24.65 | 27.94 | 881.55 | -0.063 |

Verifiche geotecniche

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>120 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 120 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 120 di 139 | | | | | | | | |

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

| | |
|--------------------|--|
| Cmb | Indice/Tipo combinazione |
| S | Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale) |
| FS _{SCO} | Coeff. di sicurezza allo scorrimento |
| FS _{RIB} | Coeff. di sicurezza al ribaltamento |
| FS _{QLIM} | Coeff. di sicurezza a carico limite |
| FS _{STAB} | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |
| FS _{HYD} | Coeff. di sicurezza a sifonamento |
| FS _{UPL} | Coeff. di sicurezza a sollevamento |

| Cmb | Sismica | FS _{SCO} | FS _{RIB} | FS _{QLIM} | FS _{STAB} | FS _{HYD} | FS _{UPL} |
|--------------------|---------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 - STR (A1-M1-R3) | | 2.431 | | 7.498 | | | |
| 2 - STR (A1-M1-R3) | H + V | 1.162 | | 5.275 | | | |
| 3 - STR (A1-M1-R3) | H - V | 1.029 | | 5.304 | | | |
| 4 - GEO (A2-M2-R2) | | | | | 1.519 | | |
| 5 - GEO (A2-M2-R2) | H + V | | | | 1.528 | | |
| 6 - GEO (A2-M2-R2) | H - V | | | | 1.428 | | |
| 7 - EQU (A1-M1-R3) | | | 17.219 | | | | |
| 8 - EQU (A1-M1-R3) | H + V | | 5.143 | | | | |
| 9 - EQU (A1-M1-R3) | H - V | | 3.106 | | | | |

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

| | |
|-----|---|
| n° | Indice combinazione |
| Rsa | Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN] |
| Rpt | Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN] |
| Rps | Resistenza passiva sperone, espresso in [kN] |
| Rp | Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN] |
| Rt | Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN] |
| R | Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN] |
| T | Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN] |
| FS | Fattore di sicurezza (rapporto R/T) |

| n° | Rsa | Rpt | Rps | Rp | Rt | R | T | FS |
|--------------------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | |
| 3 - STR (A1-M1-R3) H - V | 90.81 | 0.00 | 0.00 | -- | -- | 90.81 | 88.26 | 1.029 |

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

| | |
|----|--|
| n° | Indice combinazione |
| N | Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN] |
| Qu | carico limite del terreno, espresso in [kN] |
| Qd | Portanza di progetto, espresso in [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL IN.14.0.0.001 B 121 di 139 |

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

| n° | N [kN] | Qu [kN] | Qd [kN] | FS |
|--------------------------|-----------|------------|------------|-------|
| 2 - STR (A1-M1-R3) H + V | 372.61 | 1965.34 | 1637.78 | 5.275 |

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

| | |
|------------|--|
| n° | Indice combinazione |
| Nc, Nq, Ny | Fattori di capacità portante |
| ic, iq, iy | Fattori di inclinazione del carico |
| dc, dq, dy | Fattori di profondità del piano di posa |
| gc, gq, gy | Fattori di inclinazione del profilo topografico |
| bc, bq, by | Fattori di inclinazione del piano di posa |
| sc, sq, sy | Fattori di forma della fondazione |
| pc, pq, py | Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic |
| Re | Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof |
| Ir, Irc | Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic |
| ry | Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore |
| D | Affondamento del piano di posa, espresso in [m] |
| B' | Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m] |
| H | Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m] |
| γ | Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc] |
| φ | Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°] |
| c | Coesione del terreno medio, espresso in [kPa] |

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

| n° | Nc Nq Ny | ic iq iy | dc dq dy | gc gq gy | bc bq by | sc sq sy | pc pq py | Ir | Irc | Re | ry |
|----|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|-----|-------|-------|
| 2 | 34.360 22.149 20.607 | 0.716 0.716 0.315 | 1.051 1.026 1.026 | -- -- -- | -- -- -- | -- -- -- | -- -- -- | -- | -- | 0.796 | 0.903 |

| n° | D [m] | B' [m] | H [m] | γ [°] | φ [kN/mc] | c [kPa] |
|----|----------|-----------|----------|----------|--------------|------------|
| 2 | 0.70 | 4.90 | 4.38 | 19.54 | 31.61 | 0 |

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

| | |
|----|--|
| n° | Indice combinazione |
| Ms | Momento stabilizzante, espresso in [kNm] |
| Mr | Momento ribaltante, espresso in [kNm] |
| FS | Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante) |

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 122 di 139 |

| n° | Ms [kNm] | Mr [kNm] | FS |
|--------------------------|-------------|-------------|-------|
| 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V | 916.41 | 295.01 | 3.106 |

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

| | |
|----|---|
| Ic | Indice/Tipo combinazione |
| C | Centro superficie di scorrimento, espresso in [m] |
| R | Raggio, espresso in [m] |
| FS | Fattore di sicurezza |

| Ic | C [m] | R [m] | FS |
|--------------------------|-------------|----------|-------|
| 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V | -1.00; 4.50 | 10.22 | 1.428 |

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

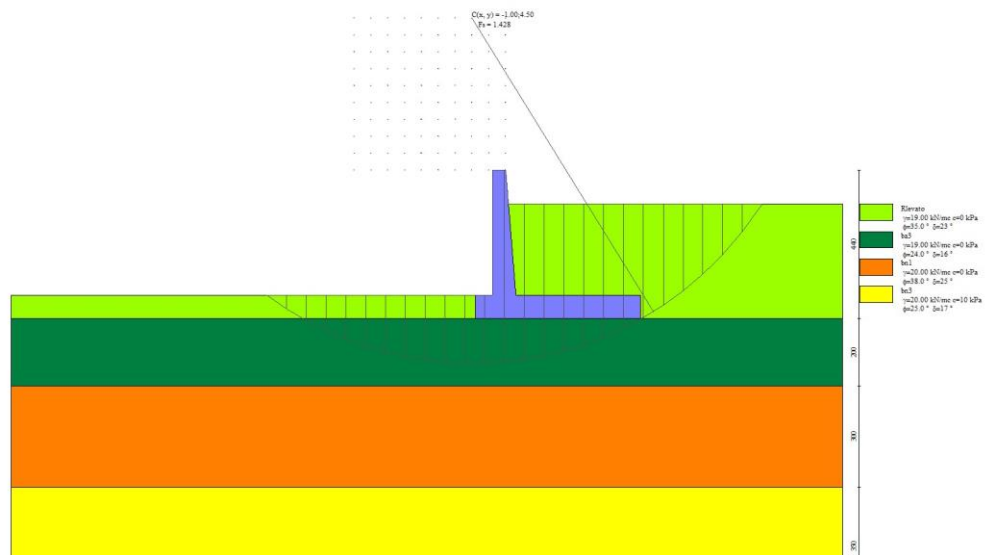
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

| | |
|----------|---|
| W | peso della striscia espresso in [kN] |
| Qy | carico sulla striscia espresso in [kN] |
| Qf | carico acqua sulla striscia espresso in [kN] |
| α | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| ϕ | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia |
| c | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa] |
| b | larghezza della striscia espressa in [m] |
| u | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa] |
| Tx; Ty | Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa] |

| n° | W [kN] | Qy [kN] | Qf [kN] | b [m] | α [°] | ϕ [°] | c [kPa] | u [kPa] | Tx; Ty [kN] |
|----|-----------|------------|------------|-------------|-----------------|---------------|------------|------------|----------------|
| 1 | 4.55 | 0.00 | 0.00 | 7.62 - 0.59 | 54.082 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 2 | 12.94 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 49.302 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 3 | 20.01 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 44.452 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 4 | 26.01 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 39.981 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 5 | 31.15 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 35.788 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 6 | 35.58 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 31.806 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 7 | 41.30 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 27.991 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 8 | 44.89 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 24.307 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 9 | 47.63 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 20.727 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 10 | 49.90 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 17.231 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 11 | 51.73 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 13.799 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 12 | 53.15 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 10.418 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 13 | 59.42 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 7.073 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 14 | 57.49 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 3.753 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 15 | 23.59 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 0.444 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 16 | 22.39 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -2.862 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 17 | 21.87 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -6.178 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 18 | 20.96 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -9.515 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 19 | 19.65 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -12.886 | 24.000 | 0 | 0.0 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>123 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 123 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 123 di 139 | | | | | | | | |

| n° | W [kN] | Qy [kN] | Qf [kN] | b [m] | α [°] | ϕ [°] | c [kPa] | u [kPa] | Tx; Ty [kN] |
|----|--------|---------|---------|--------------|--------------|------------|---------|---------|-------------|
| 20 | 17.93 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -16.302 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 21 | 15.78 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -19.779 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 22 | 13.17 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -23.335 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 23 | 10.07 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -26.988 | 24.000 | 0 | 0.0 | |
| 24 | 6.43 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | -30.766 | 35.000 | 0 | 0.0 | |
| 25 | 2.18 | 0.00 | 0.00 | -7.11 - 0.59 | -34.106 | 35.000 | 0 | 0.0 | |



Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

| n° | X [m] | Nmin [kN] | Nmax [kN] | Tmin [kN] | Tmax [kN] | Mmin [kNm] | Mmax [kNm] |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | -0.10 | 0.91 | 1.07 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.01 |
| 3 | -0.20 | 1.84 | 2.17 | 0.00 | 0.33 | 0.01 | 0.04 |
| 4 | -0.30 | 2.78 | 3.28 | 0.00 | 0.50 | 0.02 | 0.09 |
| 5 | -0.40 | 3.74 | 4.42 | 0.00 | 0.67 | 0.03 | 0.17 |
| 6 | -0.50 | 4.73 | 5.57 | 0.00 | 0.85 | 0.05 | 0.26 |
| 7 | -0.60 | 5.72 | 6.75 | 0.00 | 1.03 | 0.07 | 0.38 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>124 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 124 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 124 di 139 | | | | | | | | |

| n° | X [m] | Nmin [kN] | Nmax [kN] | Tmin [kN] | Tmax [kN] | Mmin [kNm] | Mmax [kNm] |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 8 | -0.70 | 6.74 | 7.95 | 0.00 | 1.21 | 0.10 | 0.52 |
| 9 | -0.80 | 7.78 | 9.18 | 0.00 | 1.40 | 0.13 | 0.69 |
| 10 | -0.90 | 8.83 | 10.42 | 0.00 | 1.59 | 0.17 | 0.88 |
| 11 | -1.00 | 9.90 | 11.68 | 0.00 | 1.78 | 0.21 | 1.09 |
| 12 | -1.10 | 10.99 | 12.97 | 0.02 | 2.31 | 0.26 | 1.34 |
| 13 | -1.20 | 12.10 | 14.28 | 0.09 | 2.89 | 0.31 | 1.66 |
| 14 | -1.30 | 13.23 | 15.60 | 0.21 | 3.53 | 0.38 | 2.04 |
| 15 | -1.40 | 14.37 | 16.95 | 0.37 | 4.21 | 0.47 | 2.49 |
| 16 | -1.50 | 15.53 | 18.33 | 0.58 | 4.94 | 0.59 | 3.02 |
| 17 | -1.60 | 16.71 | 19.72 | 0.84 | 5.72 | 0.73 | 3.63 |
| 18 | -1.70 | 17.91 | 21.13 | 1.14 | 6.55 | 0.90 | 4.32 |
| 19 | -1.80 | 19.13 | 22.57 | 1.49 | 7.43 | 1.12 | 5.11 |
| 20 | -1.90 | 20.36 | 24.02 | 1.89 | 8.36 | 1.37 | 5.99 |
| 21 | -2.00 | 21.62 | 25.50 | 2.33 | 9.34 | 1.67 | 6.98 |
| 22 | -2.10 | 22.89 | 27.00 | 2.82 | 10.37 | 2.03 | 8.07 |
| 23 | -2.20 | 24.18 | 28.52 | 3.36 | 11.45 | 2.44 | 9.27 |
| 24 | -2.30 | 25.48 | 30.06 | 3.94 | 12.58 | 2.91 | 10.59 |
| 25 | -2.40 | 26.81 | 31.63 | 4.57 | 13.76 | 3.45 | 12.03 |
| 26 | -2.50 | 28.15 | 33.21 | 5.24 | 14.99 | 4.06 | 13.60 |
| 27 | -2.60 | 29.51 | 34.82 | 5.97 | 16.27 | 4.75 | 15.30 |
| 28 | -2.70 | 30.89 | 36.45 | 6.74 | 17.60 | 5.52 | 17.13 |
| 29 | -2.80 | 32.29 | 38.09 | 7.55 | 18.98 | 6.37 | 19.11 |
| 30 | -2.90 | 33.70 | 39.76 | 8.41 | 20.41 | 7.31 | 21.24 |
| 31 | -3.00 | 35.14 | 41.46 | 9.32 | 21.89 | 8.35 | 23.52 |
| 32 | -3.10 | 36.59 | 43.17 | 10.28 | 23.41 | 9.49 | 25.95 |
| 33 | -3.20 | 38.06 | 44.90 | 11.28 | 25.12 | 10.73 | 28.55 |
| 34 | -3.30 | 39.55 | 46.66 | 12.33 | 27.14 | 12.08 | 31.31 |
| 35 | -3.40 | 41.05 | 48.44 | 13.42 | 29.21 | 13.54 | 34.25 |
| 36 | -3.50 | 42.58 | 50.23 | 14.56 | 31.34 | 15.12 | 37.36 |
| 37 | -3.60 | 44.12 | 52.05 | 15.75 | 33.54 | 16.83 | 40.66 |
| 38 | -3.70 | 45.68 | 53.89 | 16.99 | 35.80 | 18.66 | 44.14 |

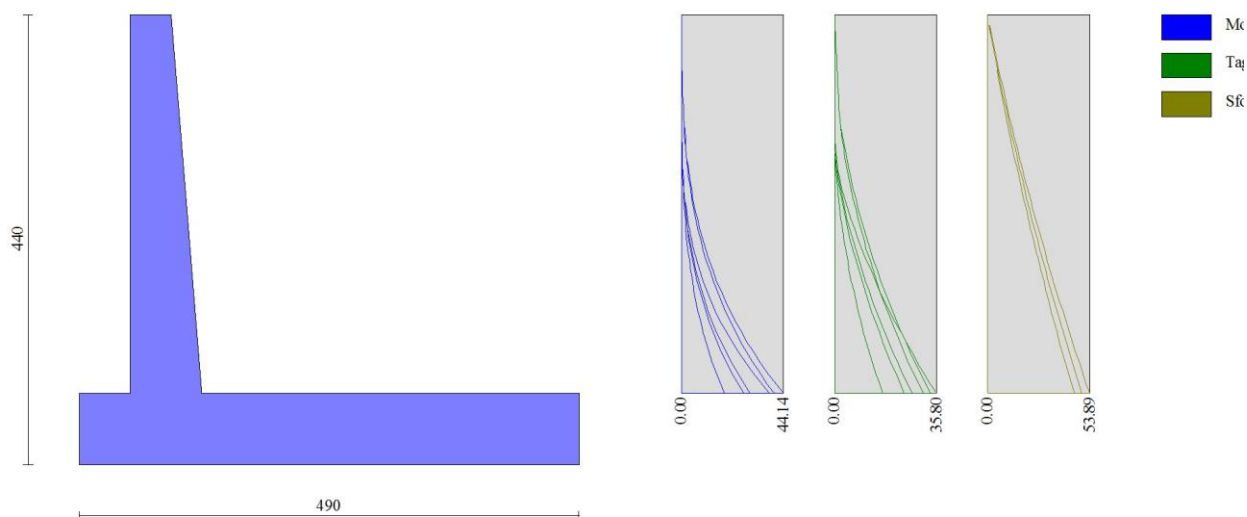


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

| n° | X [m] | Nmin [kN] | Nmax [kN] | Tmin [kN] | Tmax [kN] | Mmin [kNm] | Mmax [kNm] |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 126 di 139 |

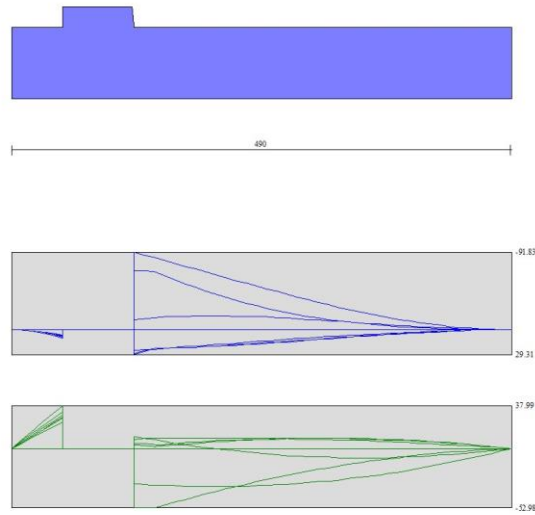


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

| | |
|-----|---|
| n° | indice sezione |
| Y | ordinata sezione espressa in [m] |
| B | larghezza sezione espresso in [cm] |
| H | altezza sezione espressa in [cm] |
| Afi | area ferri inferiori espresso in [cmq] |
| Afs | area ferri superiori espressa in [cmq] |
| M | momento agente espressa in [kNm] |
| N | sforzo normale agente espressa in [kN] |
| Mu | momento ultimi espresso in [kNm] |
| Nu | sforzo normale ultimo espressa in [kN] |
| FS | fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente) |

Paramento

| n° | B | H | Afi | Afs | M | N | Mu | Nu | FS |
|----|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|----|
| | [cm] | [cm] | [cmq] | [cmq] | [kNm] | [kN] | [kNm] | [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 127 di 139 |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | Mu [kNm] | Nu [kN] | FS |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
| 1 | 100 | 40 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100000.000 |
| 2 | 100 | 41 | 8.04 | 15.71 | 0.01 | 1.07 | 67.88 | 7070.73 | 6594.284 |
| 3 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.04 | 2.17 | 137.63 | 7191.82 | 3320.546 |
| 4 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.09 | 3.28 | 207.44 | 7249.80 | 2209.758 |
| 5 | 100 | 43 | 8.04 | 15.71 | 0.17 | 4.42 | 266.71 | 7013.28 | 1587.750 |
| 6 | 100 | 44 | 8.04 | 15.71 | 0.26 | 5.57 | 322.54 | 6806.10 | 1220.872 |
| 7 | 100 | 45 | 8.04 | 15.71 | 0.38 | 6.75 | 374.13 | 6599.25 | 977.116 |
| 8 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.52 | 7.95 | 422.82 | 6411.93 | 806.109 |
| 9 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.69 | 9.18 | 468.35 | 6233.06 | 679.287 |
| 10 | 100 | 47 | 8.04 | 15.71 | 0.88 | 10.42 | 511.54 | 6069.07 | 582.502 |
| 11 | 100 | 48 | 8.04 | 15.71 | 1.09 | 11.68 | 552.12 | 5912.50 | 506.060 |
| 12 | 100 | 49 | 8.04 | 15.71 | 1.34 | 12.97 | 594.81 | 5736.14 | 442.291 |
| 13 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 1.66 | 14.28 | 639.05 | 5497.34 | 385.067 |
| 14 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 2.04 | 15.60 | 684.50 | 5235.16 | 335.484 |
| 15 | 100 | 51 | 8.04 | 21.99 | 2.49 | 16.95 | 740.07 | 5034.85 | 296.960 |
| 16 | 100 | 52 | 12.06 | 21.99 | 3.02 | 18.33 | 815.83 | 4950.45 | 270.135 |
| 17 | 100 | 53 | 12.06 | 21.99 | 3.63 | 19.72 | 862.01 | 4683.63 | 237.526 |
| 18 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 4.32 | 21.13 | 906.02 | 4427.52 | 209.514 |
| 19 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 5.11 | 22.57 | 942.65 | 4162.28 | 184.437 |
| 20 | 100 | 55 | 12.06 | 21.99 | 5.99 | 24.02 | 954.08 | 3824.07 | 159.176 |
| 21 | 100 | 56 | 12.06 | 21.99 | 6.98 | 25.50 | 955.29 | 3491.12 | 136.895 |
| 22 | 100 | 57 | 12.06 | 21.99 | 8.07 | 27.00 | 952.15 | 3186.17 | 118.000 |
| 23 | 100 | 58 | 12.06 | 21.99 | 9.27 | 28.52 | 943.24 | 2901.72 | 101.736 |
| 24 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 10.59 | 30.06 | 929.73 | 2639.29 | 87.789 |
| 25 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 12.03 | 31.63 | 915.88 | 2407.63 | 76.125 |
| 26 | 100 | 60 | 12.06 | 21.99 | 13.60 | 33.21 | 899.73 | 2197.39 | 66.162 |
| 27 | 100 | 61 | 12.06 | 21.99 | 15.30 | 34.82 | 881.60 | 2006.48 | 57.627 |
| 28 | 100 | 62 | 12.06 | 21.99 | 17.13 | 36.45 | 868.66 | 1847.66 | 50.696 |
| 29 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 19.11 | 38.09 | 855.44 | 1704.99 | 44.757 |
| 30 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 21.24 | 39.76 | 839.64 | 1572.05 | 39.534 |
| 31 | 100 | 64 | 12.06 | 21.99 | 23.52 | 41.46 | 827.45 | 1458.70 | 35.187 |
| 32 | 100 | 65 | 12.06 | 21.99 | 25.95 | 43.17 | 818.15 | 1360.99 | 31.527 |
| 33 | 100 | 66 | 12.06 | 21.99 | 28.55 | 44.90 | 806.89 | 1269.17 | 28.265 |
| 34 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 31.31 | 46.66 | 797.63 | 1188.57 | 25.474 |
| 35 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 34.25 | 48.44 | 790.42 | 1117.83 | 23.079 |
| 36 | 100 | 68 | 12.06 | 21.99 | 37.36 | 50.23 | 784.90 | 1055.28 | 21.007 |
| 37 | 100 | 69 | 12.06 | 21.99 | 40.66 | 52.05 | 780.81 | 999.60 | 19.203 |
| 38 | 100 | 70 | 12.06 | 21.99 | 44.14 | 53.89 | 776.38 | 947.85 | 17.587 |

Fondazione

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | Mu [kNm] | Nu [kN] | FS |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
| 1 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100000.000 |
| 2 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.39 | 0.00 | 370.89 | 0.00 | 955.085 |
| 3 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.55 | 0.00 | 370.89 | 0.00 | 239.569 |
| 4 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.47 | 0.00 | 370.89 | 0.00 | 106.832 |
| 5 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 6.15 | 0.00 | 370.89 | 0.00 | 60.295 |
| 6 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 9.58 | 0.00 | 370.89 | 0.00 | 38.719 |
| 7 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -91.83 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 4.039 |
| 8 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -88.64 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 4.184 |
| 9 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -85.40 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 4.343 |
| 10 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -82.11 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 4.517 |
| 11 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -78.79 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 4.707 |
| 12 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -75.44 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 4.917 |
| 13 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -72.06 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 5.147 |
| 14 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -68.68 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 5.401 |
| 15 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -65.28 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 5.681 |
| 16 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -61.89 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 5.993 |
| 17 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -58.51 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 6.339 |
| 18 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -55.15 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 6.725 |
| 19 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -51.81 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 7.158 |
| 20 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -48.51 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 7.646 |
| 21 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -45.25 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 8.197 |
| 22 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -42.04 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 8.823 |
| 23 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -38.89 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 9.538 |
| 24 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -35.80 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 10.361 |
| 25 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -32.78 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 11.313 |
| 26 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -29.85 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 12.425 |
| 27 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -27.01 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 13.733 |
| 28 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -24.26 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 15.288 |
| 29 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -21.62 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 17.155 |
| 30 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -19.09 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 19.427 |
| 31 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -16.68 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 22.229 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>128 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 128 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 128 di 139 | | | | | | | | |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | Mu [kNm] | Nu [kN] | FS |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
| 32 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -14.41 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 25.745 |
| 33 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -12.27 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 30.240 |
| 34 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -10.27 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 36.120 |
| 35 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -8.42 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 44.027 |
| 36 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -6.74 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 55.025 |
| 37 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -5.23 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 70.980 |
| 38 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -3.89 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 95.431 |
| 39 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -2.73 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 135.763 |
| 40 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -1.77 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 209.600 |
| 41 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -1.01 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 368.231 |
| 42 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -0.45 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 818.871 |
| 43 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | -0.11 | 0.00 | -370.89 | 0.00 | 3237.775 |
| 44 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100000.000 |

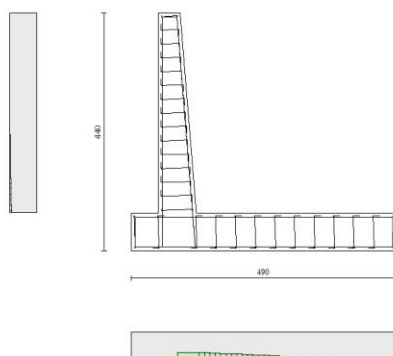


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

| | |
|---------------|---|
| I_s | indice sezione |
| Y | ordinata sezione espressa in [m] |
| B | larghezza sezione espresso in [cm] |
| H | altezza sezione espressa in [cm] |
| A_{sw} | area ferri a taglio espresso in [cmq] |
| $\cotg\theta$ | inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo |
| V_{Rcd} | resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN] |
| V_{Rsd} | resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN] |
| V_{Rd} | resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw} > 0.0$) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$. |
| T | taglio agente espressa in [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 129 di 139 |

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

| n° | B [cm] | H [cm] | A _{sw} [cmq] | cotθ | V _{Rcd} [kN] | V _{Rsd} [kN] | V _{Rd} [kN] | T [kN] | FS |
|----|-----------|-----------|--------------------------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|----------|
| 1 | 100 | 40 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 207.07 | 0.00 | 100.000 |
| 2 | 100 | 41 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 209.38 | 0.16 | 1281.294 |
| 3 | 100 | 42 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 211.67 | 0.33 | 641.272 |
| 4 | 100 | 42 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 213.95 | 0.50 | 427.889 |
| 5 | 100 | 43 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 216.21 | 0.67 | 321.168 |
| 6 | 100 | 44 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 218.45 | 0.85 | 257.113 |
| 7 | 100 | 45 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 220.67 | 1.03 | 214.392 |
| 8 | 100 | 46 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 222.89 | 1.21 | 183.862 |
| 9 | 100 | 46 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 225.08 | 1.40 | 160.954 |
| 10 | 100 | 47 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 227.27 | 1.59 | 143.126 |
| 11 | 100 | 48 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 229.44 | 1.78 | 128.855 |
| 12 | 100 | 49 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 231.86 | 2.31 | 100.265 |
| 13 | 100 | 50 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 234.03 | 2.89 | 80.846 |
| 14 | 100 | 50 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 236.19 | 3.53 | 66.970 |
| 15 | 100 | 51 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 257.55 | 4.21 | 61.204 |
| 16 | 100 | 52 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 270.86 | 4.94 | 54.841 |
| 17 | 100 | 53 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 273.24 | 5.72 | 47.770 |
| 18 | 100 | 54 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 275.61 | 6.55 | 42.074 |
| 19 | 100 | 54 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 277.96 | 7.43 | 37.405 |
| 20 | 100 | 55 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 280.30 | 8.36 | 33.523 |
| 21 | 100 | 56 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 282.63 | 9.34 | 30.255 |
| 22 | 100 | 57 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 284.96 | 10.37 | 27.474 |
| 23 | 100 | 58 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 287.27 | 11.45 | 25.085 |
| 24 | 100 | 59 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 289.57 | 12.58 | 23.016 |
| 25 | 100 | 59 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 291.86 | 13.76 | 21.210 |
| 26 | 100 | 60 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 294.15 | 14.99 | 19.622 |
| 27 | 100 | 61 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 296.42 | 16.27 | 18.219 |
| 28 | 100 | 62 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 298.69 | 17.60 | 16.972 |
| 29 | 100 | 63 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 300.94 | 18.98 | 15.858 |
| 30 | 100 | 63 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 303.19 | 20.41 | 14.858 |
| 31 | 100 | 64 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 305.44 | 21.89 | 13.956 |
| 32 | 100 | 65 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 307.67 | 23.41 | 13.141 |
| 33 | 100 | 66 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 309.43 | 25.12 | 12.316 |
| 34 | 100 | 67 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 311.63 | 27.14 | 11.484 |
| 35 | 100 | 67 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 313.82 | 29.21 | 10.744 |
| 36 | 100 | 68 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 316.01 | 31.34 | 10.082 |
| 37 | 100 | 69 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 318.19 | 33.54 | 9.487 |
| 38 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 320.17 | 35.80 | 8.943 |

Fondazione

| n° | B [cm] | H [cm] | A _{sw} [cmq] | cotθ | V _{Rcd} [kN] | V _{Rsd} [kN] | V _{Rd} [kN] | T [kN] | FS |
|----|-----------|-----------|--------------------------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|---------|
| 1 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | 0.00 | 100.000 |
| 2 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -7.75 | 37.716 |
| 3 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -15.43 | 18.953 |
| 4 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -23.03 | 12.699 |
| 5 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -30.55 | 9.573 |
| 6 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -37.99 | 7.697 |
| 7 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -52.98 | 5.520 |
| 8 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -52.92 | 5.526 |
| 9 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -52.93 | 5.525 |
| 10 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -50.36 | 5.807 |
| 11 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -47.80 | 6.118 |
| 12 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -45.31 | 6.455 |
| 13 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -42.88 | 6.821 |
| 14 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -40.51 | 7.219 |
| 15 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -38.21 | 7.653 |
| 16 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -35.98 | 8.128 |
| 17 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -33.81 | 8.650 |
| 18 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -33.51 | 8.728 |
| 19 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -33.21 | 8.806 |
| 20 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -32.83 | 8.908 |
| 21 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -32.37 | 9.034 |
| 22 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -31.83 | 9.186 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>130 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 130 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 130 di 139 | | | | | | | | |

| n° | B [cm] | H [cm] | A _{sw} [cmq] | cotθ | V _{Rcd} [kN] | V _{Rsd} [kN] | V _{Rd} [kN] | T [kN] | FS |
|----|-----------|-----------|--------------------------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|---------|
| 23 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -31.22 | 9.368 |
| 24 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -30.52 | 9.581 |
| 25 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -29.75 | 9.831 |
| 26 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -28.89 | 10.121 |
| 27 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -27.96 | 10.459 |
| 28 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -26.95 | 10.851 |
| 29 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -25.86 | 11.309 |
| 30 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -24.69 | 11.845 |
| 31 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -23.44 | 12.476 |
| 32 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -22.11 | 13.226 |
| 33 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -20.70 | 14.125 |
| 34 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -19.22 | 15.217 |
| 35 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -17.65 | 16.567 |
| 36 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -16.01 | 18.270 |
| 37 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -14.28 | 20.475 |
| 38 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -12.48 | 23.433 |
| 39 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -10.60 | 27.594 |
| 40 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -8.64 | 33.861 |
| 41 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -6.60 | 44.336 |
| 42 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -4.48 | 65.328 |
| 43 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | -2.28 | 128.386 |
| 44 | 100 | 70 | 0.00 | -- | 0.00 | 0.00 | 292.44 | 0.00 | 100.000 |

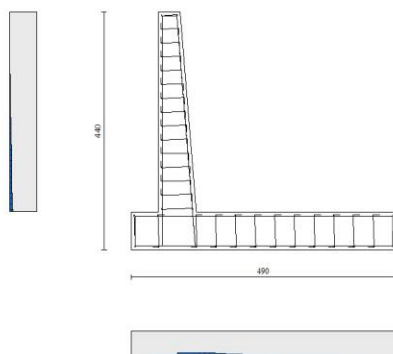


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

| | |
|-----------------|---|
| n° | indice sezione |
| Y | ordinata sezione, espressa in [m] |
| B | larghezza sezione, espresso in [cm] |
| H | altezza sezione, espressa in [cm] |
| A _{fi} | area ferri inferiori, espresso in [cmq] |

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------|----------------------|----------|-------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| Relazione di calcolo | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 131 di 139 |

| | |
|---------------|---|
| Afs | area ferri superiori, espressa in [cmq] |
| M | momento agente, espressa in [kNm] |
| N | sforzo normale agente, espressa in [kN] |
| σ_c | tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa] |
| σ_{fi} | tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa] |
| σ_{fs} | tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa] |

Combinazioni SLER

Paramento

| | | |
|---|--------|-------|
| Tensione massima di compressione nel calcestruzzo | 19920 | [kPa] |
| Tensione massima di trazione dell'acciaio | 360000 | [kPa] |

| n° | B | H | Afi | Afs | M | N | σ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|----|------|------|-------|-------|-------|-------|------------|---------------|---------------|
| | [cm] | [cm] | [cmq] | [cmq] | [kNm] | [kN] | [kPa] | [kPa] | [kPa] |
| 1 | 100 | 40 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (10) | 0 (10) | 0 (10) |
| 2 | 100 | 41 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.99 | 2 (10) | 32 (10) | 35 (10) |
| 3 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.01 | 2.00 | 5 (10) | 62 (10) | 71 (10) |
| 4 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.02 | 3.03 | 7 (10) | 90 (10) | 108 (10) |
| 5 | 100 | 43 | 8.04 | 15.71 | 0.03 | 4.08 | 10 (10) | 117 (10) | 145 (10) |
| 6 | 100 | 44 | 8.04 | 15.71 | 0.05 | 5.15 | 13 (10) | 143 (10) | 183 (10) |
| 7 | 100 | 45 | 8.04 | 15.71 | 0.07 | 6.24 | 16 (10) | 167 (10) | 221 (10) |
| 8 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.10 | 7.35 | 18 (10) | 190 (10) | 259 (10) |
| 9 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.13 | 8.48 | 21 (10) | 212 (10) | 298 (10) |
| 10 | 100 | 47 | 8.04 | 15.71 | 0.17 | 9.63 | 24 (10) | 233 (10) | 338 (10) |
| 11 | 100 | 48 | 8.04 | 15.71 | 0.21 | 10.79 | 27 (10) | 253 (10) | 378 (10) |
| 12 | 100 | 49 | 8.04 | 15.71 | 0.26 | 11.98 | 30 (10) | 271 (10) | 418 (10) |
| 13 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 0.31 | 13.19 | 33 (10) | 288 (10) | 460 (10) |
| 14 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 0.38 | 14.42 | 36 (10) | 301 (10) | 504 (10) |
| 15 | 100 | 51 | 8.04 | 21.99 | 0.48 | 15.66 | 40 (10) | 297 (10) | 556 (10) |
| 16 | 100 | 52 | 12.06 | 21.99 | 0.62 | 16.93 | 43 (10) | 301 (10) | 595 (10) |
| 17 | 100 | 53 | 12.06 | 21.99 | 0.80 | 18.22 | 48 (10) | 293 (10) | 659 (10) |
| 18 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 1.06 | 19.52 | 54 (10) | 273 (10) | 735 (10) |
| 19 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 1.38 | 20.85 | 62 (10) | 242 (10) | 822 (10) |
| 20 | 100 | 55 | 12.06 | 21.99 | 1.79 | 22.19 | 70 (10) | 198 (10) | 923 (10) |
| 21 | 100 | 56 | 12.06 | 21.99 | 2.29 | 23.56 | 79 (10) | 140 (10) | 1037 (10) |
| 22 | 100 | 57 | 12.06 | 21.99 | 2.88 | 24.94 | 90 (10) | 55 (10) | 1169 (10) |
| 23 | 100 | 58 | 12.06 | 21.99 | 3.57 | 26.35 | 103 (10) | 80 (10) | 1326 (10) |
| 24 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 4.37 | 27.77 | 119 (10) | 281 (10) | 1509 (10) |
| 25 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 5.29 | 29.22 | 138 (10) | 568 (10) | 1721 (10) |
| 26 | 100 | 60 | 12.06 | 21.99 | 6.32 | 30.68 | 160 (10) | 953 (10) | 1958 (10) |
| 27 | 100 | 61 | 12.06 | 21.99 | 7.47 | 32.17 | 184 (10) | 1446 (10) | 2220 (10) |
| 28 | 100 | 62 | 12.06 | 21.99 | 8.75 | 33.67 | 211 (10) | 2048 (10) | 2504 (10) |
| 29 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 10.16 | 35.19 | 241 (10) | 2759 (10) | 2807 (10) |
| 30 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 11.71 | 36.73 | 272 (10) | 3574 (10) | 3128 (10) |
| 31 | 100 | 64 | 12.06 | 21.99 | 13.40 | 38.30 | 305 (10) | 4491 (10) | 3466 (10) |
| 32 | 100 | 65 | 12.06 | 21.99 | 15.24 | 39.88 | 340 (10) | 5506 (10) | 3820 (10) |
| 33 | 100 | 66 | 12.06 | 21.99 | 17.23 | 41.48 | 377 (10) | 6618 (10) | 4190 (10) |
| 34 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 19.38 | 43.10 | 415 (10) | 7824 (10) | 4576 (10) |
| 35 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 21.69 | 44.74 | 455 (10) | 9123 (10) | 4978 (10) |
| 36 | 100 | 68 | 12.06 | 21.99 | 24.17 | 46.41 | 497 (10) | 10513 (10) | 5396 (10) |
| 37 | 100 | 69 | 12.06 | 21.99 | 26.82 | 48.09 | 540 (10) | 11994 (10) | 5829 (10) |
| 38 | 100 | 70 | 12.06 | 21.99 | 29.64 | 49.79 | 586 (10) | 13595 (10) | 6289 (10) |

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 132 di 139 |

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σ_c [kPa] | σ_{fi} [kPa] | σ_{fs} [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (10) | 0 (10) | 0 (10) |
| 2 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.27 | 0.00 | 6 (10) | 300 (10) | 43 (10) |
| 3 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.10 | 0.00 | 23 (10) | 1205 (10) | 174 (10) |
| 4 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.48 | 0.00 | 52 (10) | 2719 (10) | 392 (10) |
| 5 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 4.42 | 0.00 | 93 (10) | 4850 (10) | 699 (10) |
| 6 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 6.93 | 0.00 | 146 (10) | 7604 (10) | 1095 (10) |
| 7 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 29.31 | 0.00 | 616 (10) | 32179 (10) | 4636 (10) |
| 8 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 25.52 | 0.00 | 536 (10) | 28021 (10) | 4036 (10) |
| 9 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.84 | 0.00 | 459 (10) | 23975 (10) | 3454 (10) |
| 10 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.58 | 0.00 | 453 (10) | 23695 (10) | 3413 (10) |
| 11 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.32 | 0.00 | 448 (10) | 23409 (10) | 3372 (10) |
| 12 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 20.98 | 0.00 | 441 (10) | 23035 (10) | 3318 (10) |
| 13 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 20.56 | 0.00 | 432 (10) | 22577 (10) | 3252 (10) |
| 14 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 20.08 | 0.00 | 422 (10) | 22043 (10) | 3175 (10) |
| 15 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 19.52 | 0.00 | 410 (10) | 21437 (10) | 3088 (10) |
| 16 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 18.91 | 0.00 | 397 (10) | 20767 (10) | 2992 (10) |
| 17 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 18.25 | 0.00 | 383 (10) | 20038 (10) | 2887 (10) |
| 18 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 17.54 | 0.00 | 369 (10) | 19256 (10) | 2774 (10) |
| 19 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 16.78 | 0.00 | 353 (10) | 18428 (10) | 2655 (10) |
| 20 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 15.99 | 0.00 | 336 (10) | 17558 (10) | 2529 (10) |
| 21 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 15.17 | 0.00 | 319 (10) | 16654 (10) | 2399 (10) |
| 22 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 14.32 | 0.00 | 301 (10) | 15720 (10) | 2265 (10) |
| 23 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 13.45 | 0.00 | 283 (10) | 14764 (10) | 2127 (10) |
| 24 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 12.56 | 0.00 | 264 (10) | 13791 (10) | 1987 (10) |
| 25 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 11.66 | 0.00 | 245 (10) | 12807 (10) | 1845 (10) |
| 26 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 10.76 | 0.00 | 226 (10) | 11818 (10) | 1702 (10) |
| 27 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 9.86 | 0.00 | 207 (10) | 10830 (10) | 1560 (10) |
| 28 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 8.97 | 0.00 | 188 (10) | 9849 (10) | 1419 (10) |
| 29 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 8.09 | 0.00 | 170 (10) | 8881 (10) | 1279 (10) |
| 30 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 7.22 | 0.00 | 152 (10) | 7932 (10) | 1143 (10) |
| 31 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 6.38 | 0.00 | 134 (10) | 7008 (10) | 1010 (10) |
| 32 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 5.57 | 0.00 | 117 (10) | 6115 (10) | 881 (10) |
| 33 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 4.79 | 0.00 | 101 (10) | 5259 (10) | 758 (10) |
| 34 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 4.05 | 0.00 | 85 (10) | 4446 (10) | 640 (10) |
| 35 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.35 | 0.00 | 70 (10) | 3682 (10) | 530 (10) |
| 36 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.71 | 0.00 | 57 (10) | 2973 (10) | 428 (10) |
| 37 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.12 | 0.00 | 45 (10) | 2325 (10) | 335 (10) |
| 38 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.59 | 0.00 | 33 (10) | 1744 (10) | 251 (10) |
| 39 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.13 | 0.00 | 24 (10) | 1236 (10) | 178 (10) |
| 40 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.74 | 0.00 | 15 (10) | 807 (10) | 116 (10) |
| 41 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.42 | 0.00 | 9 (10) | 463 (10) | 67 (10) |
| 42 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.19 | 0.00 | 4 (10) | 210 (10) | 30 (10) |
| 43 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.05 | 0.00 | 1 (10) | 53 (10) | 8 (10) |
| 44 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (10) | 0 (10) | 0 (10) |

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σ_c [kPa] | σ_{fi} [kPa] | σ_{fs} [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 100 | 40 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (11) | 0 (11) | 0 (11) |
| 2 | 100 | 41 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.99 | 2 (11) | 32 (11) | 35 (11) |
| 3 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.01 | 2.00 | 5 (11) | 62 (11) | 71 (11) |

| | | | | | | |
|--|---|---|----------|----------|---------------|--------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. FOGLIO |
| | | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B 133 di 139 |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σc [kPa] | σfi [kPa] | σfs [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 4 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.02 | 3.03 | 7 (11) | 90 (11) | 108 (11) |
| 5 | 100 | 43 | 8.04 | 15.71 | 0.03 | 4.08 | 10 (11) | 117 (11) | 145 (11) |
| 6 | 100 | 44 | 8.04 | 15.71 | 0.05 | 5.15 | 13 (11) | 143 (11) | 183 (11) |
| 7 | 100 | 45 | 8.04 | 15.71 | 0.07 | 6.24 | 16 (11) | 167 (11) | 221 (11) |
| 8 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.10 | 7.35 | 18 (11) | 190 (11) | 259 (11) |
| 9 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.13 | 8.48 | 21 (11) | 212 (11) | 298 (11) |
| 10 | 100 | 47 | 8.04 | 15.71 | 0.17 | 9.63 | 24 (11) | 233 (11) | 338 (11) |
| 11 | 100 | 48 | 8.04 | 15.71 | 0.21 | 10.79 | 27 (11) | 253 (11) | 378 (11) |
| 12 | 100 | 49 | 8.04 | 15.71 | 0.26 | 11.98 | 30 (11) | 271 (11) | 418 (11) |
| 13 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 0.31 | 13.19 | 33 (11) | 288 (11) | 460 (11) |
| 14 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 0.38 | 14.42 | 36 (11) | 301 (11) | 504 (11) |
| 15 | 100 | 51 | 8.04 | 21.99 | 0.48 | 15.66 | 40 (11) | 297 (11) | 555 (11) |
| 16 | 100 | 52 | 12.06 | 21.99 | 0.61 | 16.93 | 43 (11) | 303 (11) | 593 (11) |
| 17 | 100 | 53 | 12.06 | 21.99 | 0.78 | 18.22 | 48 (11) | 297 (11) | 654 (11) |
| 18 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 1.01 | 19.52 | 54 (11) | 282 (11) | 725 (11) |
| 19 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 1.30 | 20.85 | 60 (11) | 257 (11) | 807 (11) |
| 20 | 100 | 55 | 12.06 | 21.99 | 1.67 | 22.19 | 68 (11) | 220 (11) | 899 (11) |
| 21 | 100 | 56 | 12.06 | 21.99 | 2.12 | 23.56 | 76 (11) | 171 (11) | 1004 (11) |
| 22 | 100 | 57 | 12.06 | 21.99 | 2.65 | 24.94 | 86 (11) | 107 (11) | 1122 (11) |
| 23 | 100 | 58 | 12.06 | 21.99 | 3.27 | 26.35 | 97 (11) | 9 (11) | 1259 (11) |
| 24 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 3.98 | 27.77 | 111 (11) | 138 (11) | 1419 (11) |
| 25 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 4.80 | 29.22 | 127 (11) | 350 (11) | 1603 (11) |
| 26 | 100 | 60 | 12.06 | 21.99 | 5.72 | 30.68 | 146 (11) | 640 (11) | 1812 (11) |
| 27 | 100 | 61 | 12.06 | 21.99 | 6.76 | 32.17 | 167 (11) | 1020 (11) | 2045 (11) |
| 28 | 100 | 62 | 12.06 | 21.99 | 7.91 | 33.67 | 190 (11) | 1496 (11) | 2299 (11) |
| 29 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 9.18 | 35.19 | 216 (11) | 2072 (11) | 2574 (11) |
| 30 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 10.57 | 36.73 | 244 (11) | 2745 (11) | 2867 (11) |
| 31 | 100 | 64 | 12.06 | 21.99 | 12.10 | 38.30 | 274 (11) | 3515 (11) | 3176 (11) |
| 32 | 100 | 65 | 12.06 | 21.99 | 13.76 | 39.88 | 306 (11) | 4379 (11) | 3502 (11) |
| 33 | 100 | 66 | 12.06 | 21.99 | 15.56 | 41.48 | 339 (11) | 5335 (11) | 3843 (11) |
| 34 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 17.51 | 43.10 | 374 (11) | 6381 (11) | 4199 (11) |
| 35 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 19.61 | 44.74 | 410 (11) | 7516 (11) | 4570 (11) |
| 36 | 100 | 68 | 12.06 | 21.99 | 21.86 | 46.41 | 448 (11) | 8738 (11) | 4956 (11) |
| 37 | 100 | 69 | 12.06 | 21.99 | 24.27 | 48.09 | 488 (11) | 10046 (11) | 5357 (11) |
| 38 | 100 | 70 | 12.06 | 21.99 | 26.85 | 49.79 | 530 (11) | 11467 (11) | 5782 (11) |

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σc [kPa] | σfi [kPa] | σfs [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (11) | 0 (11) | 0 (11) |
| 2 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.26 | 0.00 | 6 (11) | 290 (11) | 42 (11) |
| 3 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.06 | 0.00 | 22 (11) | 1162 (11) | 167 (11) |
| 4 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.39 | 0.00 | 50 (11) | 2621 (11) | 378 (11) |
| 5 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 4.26 | 0.00 | 89 (11) | 4674 (11) | 673 (11) |
| 6 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 6.67 | 0.00 | 140 (11) | 7324 (11) | 1055 (11) |
| 7 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 28.11 | 0.00 | 591 (11) | 30861 (11) | 4446 (11) |
| 8 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 25.06 | 0.00 | 527 (11) | 27513 (11) | 3963 (11) |
| 9 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 22.08 | 0.00 | 464 (11) | 24245 (11) | 3493 (11) |
| 10 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.67 | 0.00 | 455 (11) | 23798 (11) | 3428 (11) |
| 11 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.26 | 0.00 | 447 (11) | 23342 (11) | 3363 (11) |
| 12 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 20.78 | 0.00 | 437 (11) | 22818 (11) | 3287 (11) |
| 13 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 20.25 | 0.00 | 425 (11) | 22230 (11) | 3202 (11) |
| 14 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 19.66 | 0.00 | 413 (11) | 21583 (11) | 3109 (11) |
| 15 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 19.02 | 0.00 | 400 (11) | 20882 (11) | 3008 (11) |
| 16 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 18.34 | 0.00 | 385 (11) | 20132 (11) | 2900 (11) |
| 17 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 17.61 | 0.00 | 370 (11) | 19338 (11) | 2786 (11) |
| 18 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 16.85 | 0.00 | 354 (11) | 18506 (11) | 2666 (11) |
| 19 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 16.07 | 0.00 | 338 (11) | 17640 (11) | 2541 (11) |
| 20 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 15.25 | 0.00 | 320 (11) | 16746 (11) | 2412 (11) |
| 21 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 14.42 | 0.00 | 303 (11) | 15828 (11) | 2280 (11) |
| 22 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 13.56 | 0.00 | 285 (11) | 14893 (11) | 2145 (11) |
| 23 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 12.70 | 0.00 | 267 (11) | 13944 (11) | 2009 (11) |
| 24 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 11.83 | 0.00 | 249 (11) | 12987 (11) | 1871 (11) |
| 25 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 10.95 | 0.00 | 230 (11) | 12027 (11) | 1733 (11) |

| | | | | | | | |
|--|---|---|----------|----------|---------------|------|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 134 di 139 |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σ_c [kPa] | σ_i [kPa] | σ_s [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 26 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 10.08 | 0.00 | 212 (11) | 11069 (11) | 1595 (11) |
| 27 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 9.22 | 0.00 | 194 (11) | 10119 (11) | 1458 (11) |
| 28 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 8.36 | 0.00 | 176 (11) | 9181 (11) | 1323 (11) |
| 29 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 7.52 | 0.00 | 158 (11) | 8260 (11) | 1190 (11) |
| 30 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 6.70 | 0.00 | 141 (11) | 7362 (11) | 1060 (11) |
| 31 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 5.91 | 0.00 | 124 (11) | 6491 (11) | 935 (11) |
| 32 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 5.15 | 0.00 | 108 (11) | 5653 (11) | 814 (11) |
| 33 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 4.42 | 0.00 | 93 (11) | 4853 (11) | 699 (11) |
| 34 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.73 | 0.00 | 78 (11) | 4095 (11) | 590 (11) |
| 35 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.08 | 0.00 | 65 (11) | 3386 (11) | 488 (11) |
| 36 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.49 | 0.00 | 52 (11) | 2730 (11) | 393 (11) |
| 37 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.94 | 0.00 | 41 (11) | 2132 (11) | 307 (11) |
| 38 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.45 | 0.00 | 31 (11) | 1597 (11) | 230 (11) |
| 39 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.03 | 0.00 | 22 (11) | 1130 (11) | 163 (11) |
| 40 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.67 | 0.00 | 14 (11) | 737 (11) | 106 (11) |
| 41 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.38 | 0.00 | 8 (11) | 422 (11) | 61 (11) |
| 42 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.17 | 0.00 | 4 (11) | 191 (11) | 28 (11) |
| 43 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.04 | 0.00 | 1 (11) | 49 (11) | 7 (11) |
| 44 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (11) | 0 (11) | 0 (11) |

Combinazioni SLEQ

Paramento

| | | |
|---|--------|-------|
| Tensione massima di compressione nel calcestruzzo | 14940 | [kPa] |
| Tensione massima di trazione dell'acciaio | 450000 | [kPa] |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σ_c [kPa] | σ_i [kPa] | σ_s [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 100 | 40 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (12) | 0 (12) | 0 (12) |
| 2 | 100 | 41 | 8.04 | 15.71 | 0.00 | 0.99 | 2 (12) | 32 (12) | 35 (12) |
| 3 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.01 | 2.00 | 5 (12) | 62 (12) | 71 (12) |
| 4 | 100 | 42 | 8.04 | 15.71 | 0.02 | 3.03 | 7 (12) | 90 (12) | 108 (12) |
| 5 | 100 | 43 | 8.04 | 15.71 | 0.03 | 4.08 | 10 (12) | 117 (12) | 145 (12) |
| 6 | 100 | 44 | 8.04 | 15.71 | 0.05 | 5.15 | 13 (12) | 143 (12) | 183 (12) |
| 7 | 100 | 45 | 8.04 | 15.71 | 0.07 | 6.24 | 16 (12) | 167 (12) | 221 (12) |
| 8 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.10 | 7.35 | 18 (12) | 190 (12) | 259 (12) |
| 9 | 100 | 46 | 8.04 | 15.71 | 0.13 | 8.48 | 21 (12) | 212 (12) | 298 (12) |
| 10 | 100 | 47 | 8.04 | 15.71 | 0.17 | 9.63 | 24 (12) | 233 (12) | 338 (12) |
| 11 | 100 | 48 | 8.04 | 15.71 | 0.21 | 10.79 | 27 (12) | 253 (12) | 378 (12) |
| 12 | 100 | 49 | 8.04 | 15.71 | 0.26 | 11.98 | 30 (12) | 271 (12) | 418 (12) |
| 13 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 0.31 | 13.19 | 33 (12) | 288 (12) | 460 (12) |
| 14 | 100 | 50 | 8.04 | 15.71 | 0.38 | 14.42 | 36 (12) | 301 (12) | 504 (12) |
| 15 | 100 | 51 | 8.04 | 21.99 | 0.47 | 15.66 | 40 (12) | 298 (12) | 554 (12) |
| 16 | 100 | 52 | 12.06 | 21.99 | 0.59 | 16.93 | 43 (12) | 307 (12) | 588 (12) |
| 17 | 100 | 53 | 12.06 | 21.99 | 0.73 | 18.22 | 47 (12) | 308 (12) | 643 (12) |
| 18 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 0.90 | 19.52 | 52 (12) | 303 (12) | 703 (12) |
| 19 | 100 | 54 | 12.06 | 21.99 | 1.12 | 20.85 | 57 (12) | 292 (12) | 769 (12) |
| 20 | 100 | 55 | 12.06 | 21.99 | 1.37 | 22.19 | 62 (12) | 275 (12) | 841 (12) |
| 21 | 100 | 56 | 12.06 | 21.99 | 1.67 | 23.56 | 69 (12) | 252 (12) | 920 (12) |
| 22 | 100 | 57 | 12.06 | 21.99 | 2.03 | 24.94 | 76 (12) | 220 (12) | 1005 (12) |
| 23 | 100 | 58 | 12.06 | 21.99 | 2.44 | 26.35 | 83 (12) | 182 (12) | 1098 (12) |
| 24 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 2.91 | 27.77 | 91 (12) | 135 (12) | 1199 (12) |
| 25 | 100 | 59 | 12.06 | 21.99 | 3.45 | 29.22 | 100 (12) | 69 (12) | 1312 (12) |
| 26 | 100 | 60 | 12.06 | 21.99 | 4.06 | 30.68 | 111 (12) | 23 (12) | 1439 (12) |
| 27 | 100 | 61 | 12.06 | 21.99 | 4.75 | 32.17 | 123 (12) | 147 (12) | 1580 (12) |
| 28 | 100 | 62 | 12.06 | 21.99 | 5.52 | 33.67 | 136 (12) | 312 (12) | 1738 (12) |
| 29 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 6.37 | 35.19 | 151 (12) | 526 (12) | 1914 (12) |
| 30 | 100 | 63 | 12.06 | 21.99 | 7.31 | 36.73 | 168 (12) | 796 (12) | 2107 (12) |
| 31 | 100 | 64 | 12.06 | 21.99 | 8.35 | 38.30 | 187 (12) | 1129 (12) | 2318 (12) |
| 32 | 100 | 65 | 12.06 | 21.99 | 9.49 | 39.88 | 207 (12) | 1530 (12) | 2545 (12) |
| 33 | 100 | 66 | 12.06 | 21.99 | 10.73 | 41.48 | 229 (12) | 2002 (12) | 2789 (12) |
| 34 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 12.08 | 43.10 | 253 (12) | 2549 (12) | 3047 (12) |
| 35 | 100 | 67 | 12.06 | 21.99 | 13.54 | 44.74 | 278 (12) | 3169 (12) | 3321 (12) |
| 36 | 100 | 68 | 12.06 | 21.99 | 15.12 | 46.41 | 305 (12) | 3865 (12) | 3609 (12) |

| | | | | | | |
|--|---|---|----------|----------|---------------|--------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. FOGLIO |
| | | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B 135 di 139 |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σc [kPa] | σfi [kPa] | σfs [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 37 | 100 | 69 | 12.06 | 21.99 | 16.83 | 48.09 | 333 (12) | 4635 (12) | 3910 (12) |
| 38 | 100 | 70 | 12.06 | 21.99 | 18.66 | 49.79 | 364 (12) | 5497 (12) | 4232 (12) |

Fondazione

| | | |
|---|--------|-------|
| Tensione massima di compressione nel calcestruzzo | 13073 | [kPa] |
| Tensione massima di trazione dell'acciaio | 450000 | [kPa] |

| n° | B [cm] | H [cm] | Afi [cmq] | Afs [cmq] | M [kNm] | N [kN] | σc [kPa] | σfi [kPa] | σfs [kPa] |
|----|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (12) | 0 (12) | 0 (12) |
| 2 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.23 | 0.00 | 5 (12) | 258 (12) | 37 (12) |
| 3 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.94 | 0.00 | 20 (12) | 1033 (12) | 149 (12) |
| 4 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.12 | 0.00 | 45 (12) | 2327 (12) | 335 (12) |
| 5 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.77 | 0.00 | 79 (12) | 4144 (12) | 597 (12) |
| 6 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 5.91 | 0.00 | 124 (12) | 6485 (12) | 934 (12) |
| 7 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 24.51 | 0.00 | 515 (12) | 26906 (12) | 3876 (12) |
| 8 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 23.67 | 0.00 | 497 (12) | 25989 (12) | 3744 (12) |
| 9 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 22.82 | 0.00 | 479 (12) | 25054 (12) | 3609 (12) |
| 10 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.95 | 0.00 | 461 (12) | 24104 (12) | 3472 (12) |
| 11 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 21.08 | 0.00 | 443 (12) | 23142 (12) | 3334 (12) |
| 12 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 20.19 | 0.00 | 424 (12) | 22169 (12) | 3194 (12) |
| 13 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 19.30 | 0.00 | 405 (12) | 21189 (12) | 3052 (12) |
| 14 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 18.40 | 0.00 | 387 (12) | 20203 (12) | 2910 (12) |
| 15 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 17.50 | 0.00 | 368 (12) | 19214 (12) | 2768 (12) |
| 16 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 16.60 | 0.00 | 349 (12) | 18225 (12) | 2625 (12) |
| 17 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 15.70 | 0.00 | 330 (12) | 17237 (12) | 2483 (12) |
| 18 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 14.80 | 0.00 | 311 (12) | 16254 (12) | 2341 (12) |
| 19 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 13.91 | 0.00 | 292 (12) | 15277 (12) | 2201 (12) |
| 20 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 13.03 | 0.00 | 274 (12) | 14309 (12) | 2061 (12) |
| 21 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 12.16 | 0.00 | 256 (12) | 13353 (12) | 1924 (12) |
| 22 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 11.30 | 0.00 | 237 (12) | 12410 (12) | 1788 (12) |
| 23 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 10.46 | 0.00 | 220 (12) | 11484 (12) | 1654 (12) |
| 24 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 9.63 | 0.00 | 202 (12) | 10576 (12) | 1523 (12) |
| 25 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 8.82 | 0.00 | 185 (12) | 9689 (12) | 1396 (12) |
| 26 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 8.04 | 0.00 | 169 (12) | 8825 (12) | 1271 (12) |
| 27 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 7.27 | 0.00 | 153 (12) | 7987 (12) | 1151 (12) |
| 28 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 6.54 | 0.00 | 137 (12) | 7177 (12) | 1034 (12) |
| 29 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 5.83 | 0.00 | 122 (12) | 6398 (12) | 922 (12) |
| 30 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 5.15 | 0.00 | 108 (12) | 5652 (12) | 814 (12) |
| 31 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 4.50 | 0.00 | 95 (12) | 4940 (12) | 712 (12) |
| 32 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.89 | 0.00 | 82 (12) | 4267 (12) | 615 (12) |
| 33 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 3.31 | 0.00 | 70 (12) | 3634 (12) | 523 (12) |
| 34 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.77 | 0.00 | 58 (12) | 3043 (12) | 438 (12) |
| 35 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 2.27 | 0.00 | 48 (12) | 2497 (12) | 360 (12) |
| 36 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.82 | 0.00 | 38 (12) | 1999 (12) | 288 (12) |
| 37 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.41 | 0.00 | 30 (12) | 1550 (12) | 223 (12) |
| 38 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 1.05 | 0.00 | 22 (12) | 1153 (12) | 166 (12) |
| 39 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.74 | 0.00 | 16 (12) | 811 (12) | 117 (12) |
| 40 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.48 | 0.00 | 10 (12) | 525 (12) | 76 (12) |
| 41 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.27 | 0.00 | 6 (12) | 299 (12) | 43 (12) |
| 42 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.12 | 0.00 | 3 (12) | 134 (12) | 19 (12) |
| 43 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.03 | 0.00 | 1 (12) | 34 (12) | 5 (12) |
| 44 | 100 | 70 | 15.71 | 15.71 | 0.00 | 0.00 | 0 (12) | 0 (12) | 0 (12) |

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

| | |
|----|----------------------------------|
| n° | indice sezione |
| Y | ordinata sezione espressa in [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandatario: | Mandante: | SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 | Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. FOGLIO |
| | | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B 136 di 139 |

| | |
|------|---|
| B | larghezza sezione espresso in [cm] |
| H | altezza sezione espressa in [cm] |
| Af | area ferri zona tesa espresso in [cmq] |
| Aeff | area efficace espressa in [cmq] |
| M | momento agente espressa in [kNm] |
| Mpf | momento di prima fessurazione espressa in [kNm] |
| ε | deformazione espresso in % |
| Sm | spaziatura tra le fessure espressa in [mm] |
| w | apertura delle fessure espressa in [mm] |

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

| n° | B | H | Af | Aeff | M | Mpf | ε | Sm | w |
|----|------|------|-------|---------|-------|--------|----------|------|------------|
| | [cm] | [cm] | [cmq] | [cmq] | [kNm] | [kNm] | [%] | [mm] | [mm] |
| 1 | 100 | 40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- | --- | 0.000 (11) |
| 2 | 100 | 41 | 15.71 | 1531.55 | 0.00 | 116.91 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 3 | 100 | 42 | 15.71 | 1564.37 | 0.01 | 121.62 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 4 | 100 | 42 | 15.71 | 1597.25 | 0.02 | 126.42 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 5 | 100 | 43 | 15.71 | 1630.18 | 0.03 | 131.31 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 6 | 100 | 44 | 15.71 | 1663.16 | 0.05 | 136.28 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 7 | 100 | 45 | 15.71 | 1696.19 | 0.07 | 141.34 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 8 | 100 | 46 | 15.71 | 1729.26 | 0.10 | 146.49 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 9 | 100 | 46 | 15.71 | 1762.39 | 0.13 | 151.73 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 10 | 100 | 47 | 15.71 | 1795.55 | 0.17 | 157.05 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 11 | 100 | 48 | 15.71 | 1828.77 | 0.21 | 162.45 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 12 | 100 | 49 | 15.71 | 1862.02 | 0.26 | 167.95 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 13 | 100 | 50 | 15.71 | 1895.31 | 0.31 | 173.53 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 14 | 100 | 50 | 15.71 | 1928.65 | 0.38 | 179.20 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 15 | 100 | 51 | 21.99 | 1872.87 | 0.48 | 191.80 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 16 | 100 | 52 | 21.99 | 1916.49 | 0.61 | 199.69 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 17 | 100 | 53 | 21.99 | 1948.88 | 0.78 | 205.85 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 18 | 100 | 54 | 21.99 | 1981.32 | 1.01 | 212.10 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 19 | 100 | 54 | 21.99 | 2013.79 | 1.30 | 218.44 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 20 | 100 | 55 | 21.99 | 2046.31 | 1.67 | 224.87 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 21 | 100 | 56 | 21.99 | 2078.86 | 2.12 | 231.39 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 22 | 100 | 57 | 21.99 | 2111.45 | 2.65 | 237.98 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 23 | 100 | 58 | 21.99 | 2144.07 | 3.27 | 244.67 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 24 | 100 | 59 | 21.99 | 2176.73 | 3.98 | 251.45 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 25 | 100 | 59 | 21.99 | 2200.00 | 4.80 | 258.31 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 26 | 100 | 60 | 21.99 | 2200.00 | 5.72 | 265.26 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 27 | 100 | 61 | 21.99 | 2200.00 | 6.76 | 272.30 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 28 | 100 | 62 | 21.99 | 2200.00 | 7.91 | 279.42 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 29 | 100 | 63 | 21.99 | 2200.00 | 9.18 | 286.64 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 30 | 100 | 63 | 21.99 | 2200.00 | 10.57 | 293.94 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 31 | 100 | 64 | 21.99 | 2200.00 | 12.10 | 301.32 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 32 | 100 | 65 | 21.99 | 2200.00 | 13.76 | 308.80 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 33 | 100 | 66 | 21.99 | 2200.00 | 15.56 | 316.36 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 34 | 100 | 67 | 21.99 | 2200.00 | 17.51 | 324.01 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 35 | 100 | 67 | 21.99 | 2200.00 | 19.61 | 331.76 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 36 | 100 | 68 | 21.99 | 2200.00 | 21.86 | 339.59 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 37 | 100 | 69 | 21.99 | 2200.00 | 24.27 | 347.49 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 38 | 100 | 70 | 21.99 | 2200.00 | 26.85 | 354.70 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | |
| PROGETTAZIONE: | Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 Relazione di calcolo | | COMMESSA IF2R | LOTTO 2.2.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN.14.0.0.001 | REV. B | FOGLIO 137 di 139 |

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

| n° | B [cm] | H [cm] | Af [cmq] | Aeff [cmq] | M [kNm] | Mpf [kNm] | ε [%] | Sm [mm] | w [mm] |
|----|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|--------------|----------|------------|------------|
| 1 | 100 | 70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- | --- | 0.000 (11) |
| 2 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.26 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 3 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.06 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 4 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 2.39 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 5 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 4.26 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 6 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 6.67 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 7 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 28.11 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 8 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 25.06 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 9 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 22.08 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 10 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 21.67 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 11 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 21.26 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 12 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 20.78 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 13 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 20.25 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 14 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 19.66 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 15 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 19.02 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 16 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 18.34 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 17 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 17.61 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 18 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 16.85 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 19 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 16.07 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 20 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 15.25 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 21 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 14.42 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 22 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 13.56 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 23 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 12.70 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 24 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 11.83 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 25 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 10.95 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 26 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 10.08 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 27 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 9.22 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 28 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 8.36 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 29 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 7.52 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 30 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 6.70 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 31 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 5.91 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 32 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 5.15 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 33 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 4.42 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 34 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 3.73 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 35 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 3.08 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 36 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 2.49 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 37 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.94 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 38 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.45 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 39 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.03 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 40 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.67 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 41 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.38 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 42 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.17 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 43 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.04 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (11) |
| 44 | 100 | 70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- | --- | 0.000 (11) |

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

| n° | B [cm] | H [cm] | Af [cmq] | Aeff [cmq] | M [kNm] | Mpf [kNm] | ε [%] | Sm [mm] | w [mm] |
|----|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|--------------|----------|------------|------------|
| 1 | 100 | 40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- | --- | 0.000 (12) |
| 2 | 100 | 41 | 15.71 | 1531.55 | 0.00 | 116.91 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 3 | 100 | 42 | 15.71 | 1564.37 | 0.01 | 121.62 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 4 | 100 | 42 | 15.71 | 1597.25 | 0.02 | 126.42 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 5 | 100 | 43 | 15.71 | 1630.18 | 0.03 | 131.31 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 6 | 100 | 44 | 15.71 | 1663.16 | 0.05 | 136.28 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 7 | 100 | 45 | 15.71 | 1696.19 | 0.07 | 141.34 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 8 | 100 | 46 | 15.71 | 1729.26 | 0.10 | 146.49 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 9 | 100 | 46 | 15.71 | 1762.39 | 0.13 | 151.73 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 10 | 100 | 47 | 15.71 | 1795.55 | 0.17 | 157.05 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 11 | 100 | 48 | 15.71 | 1828.77 | 0.21 | 162.45 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|---------------|---|------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | PROGETTO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 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>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.14.0.0.001</td> <td>B</td> <td>138 di 139</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 138 di 139 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 138 di 139 | | | | | | | | |

| n° | B [cm] | H [cm] | Af [cmq] | Aeff [cmq] | M [kNm] | Mpf [kNm] | ε [%] | Sm [mm] | w [mm] |
|----|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|--------------|----------|------------|------------|
| 12 | 100 | 49 | 15.71 | 1862.02 | 0.26 | 167.95 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 13 | 100 | 50 | 15.71 | 1895.31 | 0.31 | 173.53 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 14 | 100 | 50 | 15.71 | 1928.65 | 0.38 | 179.20 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 15 | 100 | 51 | 21.99 | 1872.87 | 0.47 | 191.80 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 16 | 100 | 52 | 21.99 | 1916.49 | 0.59 | 199.69 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 17 | 100 | 53 | 21.99 | 1948.88 | 0.73 | 205.86 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 18 | 100 | 54 | 21.99 | 1981.32 | 0.90 | 212.10 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 19 | 100 | 54 | 21.99 | 2013.80 | 1.12 | 218.45 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 20 | 100 | 55 | 21.99 | 2046.31 | 1.37 | 224.87 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 21 | 100 | 56 | 21.99 | 2078.86 | 1.67 | 231.39 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 22 | 100 | 57 | 21.99 | 2111.45 | 2.03 | 237.99 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 23 | 100 | 58 | 21.99 | 2144.07 | 2.44 | 244.67 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 24 | 100 | 59 | 21.99 | 2176.73 | 2.91 | 251.44 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 25 | 100 | 59 | 21.99 | 2200.00 | 3.45 | 258.31 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 26 | 100 | 60 | 21.99 | 2200.00 | 4.06 | 265.27 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 27 | 100 | 61 | 21.99 | 2200.00 | 4.75 | 272.29 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 28 | 100 | 62 | 21.99 | 2200.00 | 5.52 | 279.42 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 29 | 100 | 63 | 21.99 | 2200.00 | 6.37 | 286.63 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 30 | 100 | 63 | 21.99 | 2200.00 | 7.31 | 293.93 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 31 | 100 | 64 | 21.99 | 2200.00 | 8.35 | 301.33 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 32 | 100 | 65 | 21.99 | 2200.00 | 9.49 | 308.80 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 33 | 100 | 66 | 21.99 | 2200.00 | 10.73 | 316.37 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 34 | 100 | 67 | 21.99 | 2200.00 | 12.08 | 324.02 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 35 | 100 | 67 | 21.99 | 2200.00 | 13.54 | 331.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 36 | 100 | 68 | 21.99 | 2200.00 | 15.12 | 339.57 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 37 | 100 | 69 | 21.99 | 2200.00 | 16.83 | 347.50 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 38 | 100 | 70 | 21.99 | 2200.00 | 18.66 | 354.72 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

| n° | B [cm] | H [cm] | Af [cmq] | Aeff [cmq] | M [kNm] | Mpf [kNm] | ε [%] | Sm [mm] | w [mm] |
|----|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|--------------|----------|------------|------------|
| 1 | 100 | 70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- | --- | 0.000 (12) |
| 2 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.23 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 3 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.94 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 4 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 2.12 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 5 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 3.77 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 6 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 5.91 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 7 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 24.51 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 8 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 23.67 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 9 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 22.82 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 10 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 21.95 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 11 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 21.08 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 12 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 20.19 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 13 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 19.30 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 14 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 18.40 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 15 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 17.50 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 16 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 16.60 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 17 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 15.70 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 18 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 14.80 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 19 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 13.91 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 20 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 13.03 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 21 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 12.16 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 22 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 11.30 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 23 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 10.46 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 24 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 9.63 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 25 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 8.82 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 26 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 8.04 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 27 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 7.27 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 28 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 6.54 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 29 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 5.83 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 30 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 5.15 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 31 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 4.50 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 32 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 3.89 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 33 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 3.31 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 34 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 2.77 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 35 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 2.27 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 36 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.82 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 37 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.41 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------|----------------------|----------|-------------------|
| 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO | | | | |
| PROGETTAZIONE: | | PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| Mandataria: | Mandante: | | | | | |
| SYSTRA S.A. | SWS Engineering S.p.A. | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | | |
| IN14 - Tombino idraulico 9.00 x 1.50 al km 34+330,70 | | | | | | |
| Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF2R | 2.2.E.ZZ | CL | IN.14.0.0.001 | B | 139 di 139 |

| n° | B [cm] | H [cm] | Af [cmq] | Aeff [cmq] | M [kNm] | Mpf [kNm] | ε [%] | Sm [mm] | w [mm] |
|----|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|--------------|----------|------------|------------|
| 38 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 1.05 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 39 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.74 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 40 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.48 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 41 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.27 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 42 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.12 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 43 | 100 | 70 | 15.71 | 2200.00 | 0.03 | 313.74 | 0.000000 | 0.00 | 0.000 (12) |
| 44 | 100 | 70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- | --- | 0.000 (12) |