

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
 IN – INTERFERENZE ED OPERE IDRAULICHE
 IN05 – TOMBINO STRADALE Ø1000 pk 0+331.00 (NV02)

Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo

| APPALTATORE | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE | PROGETTISTA |
|--|--|-------------------|
| Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022 | Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani | Ing. R. Zanon |

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

| | | | | | | | | |
|------|----|---|----|----|--------|-----|---|---|
| IF3A | 02 | E | ZZ | CL | IN0500 | 001 | B | - |
|------|----|---|----|----|--------|-----|---|---|

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------------------------|----------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------------|
| A | C 08.00 – Emissione 180gg | P. Salvò | 08/02/2022 | A. Totaro | 08/02/2022 | T. Finocchietti | 08/02/2022 | Ing. R. Zanon |
| B | C 08.01 - A valle del contraddittorio | P. Salvò | 08/06/2022 | A. Totaro | 08/06/2022 | A. Callerio | 08/06/2022 | |
| | | | | | | | | 08/06/2022 |

File: IF3A02EZZCLIN0500001B

n. Elab.: -

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 2 di 133 |

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 5 |
| 2 | DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 7 |
| 2.1 | DOCUMENTI REFERENZIATI..... | 7 |
| 2.2 | DOCUMENTI CORRELATI | 7 |
| 3 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 8 |
| 3.1 | CALCESTRUZZO..... | 8 |
| 3.2 | ACCIAIO DA ARMATURA ORDINARIA | 10 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA | 11 |
| 5 | AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO | 14 |
| 6 | ANALISI DEI CARICHI - SCATOLARE | 17 |
| 6.1 | CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI..... | 18 |
| 6.2 | CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI..... | 18 |
| 6.3 | CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO | 21 |
| 6.3.1 | SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE | 21 |
| 6.3.2 | SPINTA SUI PIEDRITTI..... | 24 |
| 6.3.3 | ACCELERAZIONE O FRENATA..... | 25 |
| 6.4 | VARIAZIONE TERMICA | 25 |
| 6.5 | RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO | 26 |
| 6.6 | AZIONE SISMICA | 27 |
| 6.7 | RIEPILOGO CARICHI ELEMENTARI | 31 |
| 7 | ANALISI DEI CARICHI – MURI AD U | 32 |
| 7.1 | CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI..... | 33 |
| 7.2 | CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI..... | 33 |
| 7.3 | CARICHI ACCIDENTALI SU RILEVATO | 35 |
| 7.3.1 | SPINTA SUI PIEDRITTI..... | 35 |
| 7.4 | AZIONE SISMICA | 36 |
| 7.5 | RIEPILOGO CARICHI ELEMENTARI | 38 |
| 8 | COMBINAZIONI DI CALCOLO..... | 39 |
| 8.1 | SCATOLARE..... | 43 |
| 8.2 | MURI AD U | 45 |

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 3 di 133 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 9 | MODELLAZIONE STRUTTURALE | 46 |
| 9.1 | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO | 46 |
| 9.2 | TIPO DI ANALISI SVOLTA | 46 |
| 9.3 | AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI | 46 |
| 9.4 | MODELLO DI CALCOLO | 46 |
| 9.4.1 | SCATOLARE..... | 46 |
| 9.4.2 | MURI AD U..... | 48 |
| 9.5 | MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA | 50 |
| 9.5.1 | SCATOLARE..... | 50 |
| 9.5.2 | MURI AD U..... | 52 |
| 10 | CARICHI ELEMENTARI MODELLI DI CALCOLO | 54 |
| 10.1 | SCATOLARE..... | 54 |
| 10.2 | MURI AD U | 61 |
| 11 | RISULTATI DELLE ANALISI..... | 65 |
| 11.1 | INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI - SCATOLARE..... | 65 |
| 11.2 | INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI – MURI AD U | 70 |
| 12 | VERIFICHE DI SICUREZZA ULTIMA E DI ESERCIZIO..... | 73 |
| 12.1 | CRITERI DI VERIFICA | 73 |
| 12.2 | SOLLECITAZIONI DI VERIFICA - SCATOLARE..... | 75 |
| 12.3 | SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – MURI AD U | 78 |
| 12.4 | VERIFICHE – SCATOLARE | 79 |
| 12.4.1 | SOLETTA SUPERIORE – SEZIONE CENTRALE | 79 |
| 12.4.1 | SOLETTA SUPERIORE – SEZIONE LATERALE | 85 |
| 12.4.1 | FONDAZIONE– SEZIONE CENTRALE | 90 |
| 12.4.1 | FONDAZIONE– SEZIONE LATERALE | 95 |
| 12.4.1 | PIEDRITTI – SEZIONE DI TESTA | 100 |
| 12.4.1 | PIEDRITTI – SEZIONE DI PIEDE | 105 |
| 12.5 | VERIFICHE – MURI AD U..... | 110 |
| 12.5.1 | FONDAZIONE – SEZIONE CENTRALE | 110 |
| 12.5.2 | FONDAZIONE – SEZIONE LATERALE..... | 116 |
| 12.5.3 | PIEDRITTO – SEZIONE AL PIEDE | 121 |
| 13 | VERIFICHE GEO | 126 |
| 13.1 | SCATOLARE..... | 126 |
| 13.2 | MURI AD U | 129 |
| 14 | VERIFICA AL SOLLEVAMENTO | 131 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>B</td> <td>4 di 133</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 4 di 133 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 4 di 133 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|-------------|---------------------------------|------------|
| 14.1 | SCATOLARE..... | 131 |
| 14.2 | MURI AD U..... | 132 |
| 15 | INCIDENZA ARMATURE | 133 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| M-INGEGNERIA PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 5 di 133 |

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Orsara – Hirpinia oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Nel presente elaborato sono riportati i criteri progettuali e le verifiche strutturali seguiti per il dimensionamento e le verifiche di resistenza del tombino circolare stradale IN05 di diametro DN1000 e spessore 0.10 m . Il manufatto è situato al km 0+320.75 del tratto stradale NV02.

Il tombino ha una lunghezza totale di 13,50 m ed un approfondimento di 0,80 m, misurato all'estradosso della copertura. Nei calcoli il manufatto viene assimilato ad un tombino scatolare di larghezza e altezza nette pari a 1,0 m e formato da soletta di fondazione, soletta di copertura e piedritti, tutti di spessore 0,40 m, corrispondente alla minima sezione resistente del manufatto, ovvero la sezione al netto della tubazione interna.

I manufatti di raccordo hanno spessore delle pareti pari a 0.3 m e la fondazione di spessore pari a 0.50 m. Le opere hanno altezza netta massima pari a 0.9 m.

Tutte le opere sono realizzate in cemento armato gettato in opera.

L'analisi strutturale delle opere viene effettuata su un modello piano che descrive una striscia larga 1.00 m secondo i criteri di calcolo descritti nei paragrafi seguenti.

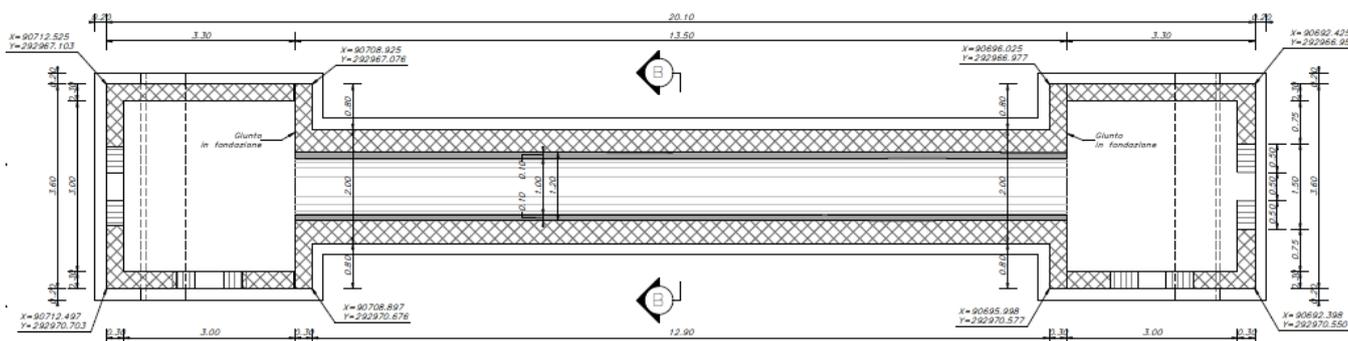


Figura 1.1: pianta

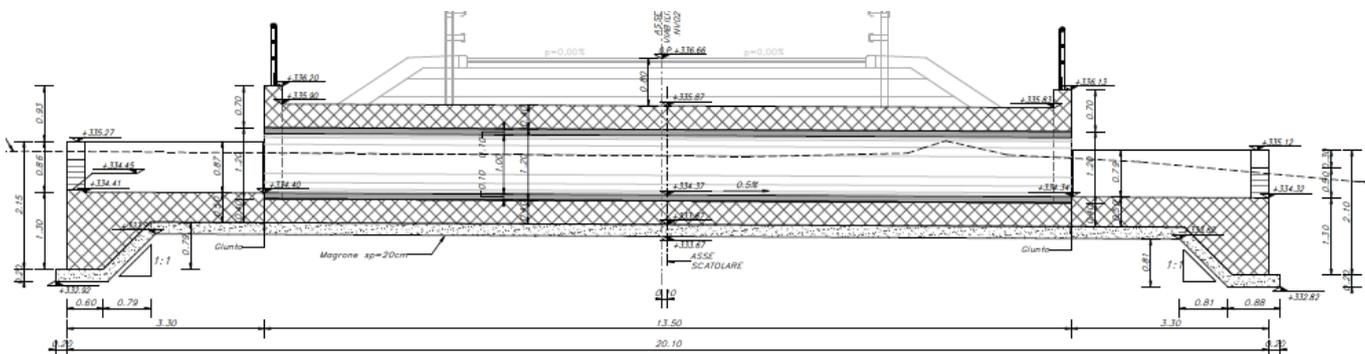


Figura 1.2: sezione longitudinale

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 6 di 133 |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | |

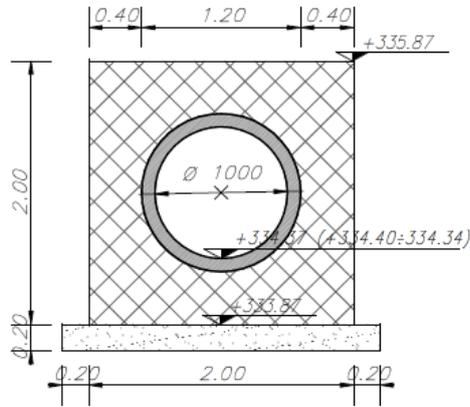


Figura 1.3: sezione trasversale

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 7 di 133 |

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif.[1] Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Rif.[2] D.M. del 17.01.2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” (NTC 2018)
- Rif.[3] Circolare del 21.01.2019 contenente le istruzioni per le l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 17.01.2018
- Rif.[4] EN 1991-2 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: carichi da traffico sui ponti”.
- Rif.[5] EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”.
- Rif.[6] EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”.
- Rif.[7] EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1: Regole generali”.
- Rif.[8] Regolamento (UE) n.1299/2014 del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.
- Rif.[9] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E Manuale di progettazione delle opere civili parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture
- Rif.[10] RFI DTC SI PS SP IFS 001 E Manuale di progettazione delle opere civili parte II - Sezione 6 - Opere in conglomerato cementizio e in acciaio

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell’Ente FF.SS.

2.2 DOCUMENTI CORRELATI

- Rif.[11] IF3A02EZZBBIN0500001A – Tombino circolare IN05 - Carpenterie
- Rif.[12] IF3A02EZZPBIN0500001A – Tombino circolare IN05 - Pianta fondazioni e pianta scavi
- Rif.[13] IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.01.0.6.003 - Profilo Geotecnico - Viabilità SSE
- Rif.[14] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.01.0.6.001.B - Relazione Geotecnica Generale
- Rif.[15] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.03.0.6.001.B - Relazione sismica Generale
- Rif.[16] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.03.0.6.001.B - Relazione sismica Generale

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 8 di 133 |

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Classi di resistenza:

- CLS magro e getto di livellamento C12/15
- CLS per soletta di fondazione C30/37
- CLS per piedritti C30/37
- CLS per soletta superiore C30/37

Caratteristiche di resistenza:

| | |
|--|---|
| $E = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$ | Modulo elastico |
| R_{ck} | Resistenza cubica caratteristica a compressione |
| $f_{ck} = 0,83 \times R_{ck}$ | Resistenza cilindrica caratteristica a compressione |
| $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | Resistenza cilindrica media a compressione |
| $f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / \gamma_c$ | Resistenza di calcolo a compressione |
| $f_{ctm} = 0,3 \times (f_{ck})^{2/3}$ | Resistenza media a trazione assiale (semplice) ($\leq C50/60$) |
| $f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm}$ | Resistenza caratteristica a trazione assiale (semplice) corrispondente al frattile 5% |
| $f_{cfm} = 1,2 \times f_{ctm}$ | Resistenza media a trazione per flessione |
| $f_{cfk} = 0,7 \times f_{cfm}$ | Resistenza caratteristica trazione per flessione |
| $\gamma_c = 1,5$ | coefficiente di sicurezza cls |

| classi di resistenza | Rck MPa | E MPa | fck MPa | fcd MPa | fcm MPa | fctm MPa | fctk MPa | fctd MPa | fcfm MPa | fcfk MPa |
|----------------------|---------|-------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C30/37 | 37 | 32837 | 30.00 | 17.00 | 38.00 | 2.90 | 2.03 | 1.35 | 3.48 | 2.43 |

Classi di esposizione:

- CLS magro e getto di livellamento X0
- CLS per soletta di fondazione XA1
- CLS per piedritti XA1
- CLS per soletta superiore XA1

Condizioni ambientali:

In ottemperanza alla Tabella 4.1.III delle NTC2018 le condizioni ambientali aggressive per l'opera in esame.

Tab. 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 |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 10 di 133 |

Verifica delle Tensioni di esercizio:

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 limite di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, sono quelli indicati nel Manuale di RFI cod. DTCSICSMAIFS001A, ovvero la tensione massima del calcestruzzo deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c \leq 0.55 f_{ck} = 16.5 \text{ Mpa} \quad (\text{combinazione rara})$$

$$\sigma_c \leq 0.40 f_{ck} = 12.0 \text{ Mpa} \quad (\text{ombinazione quasi permanente})$$

In via cautelativa le sollecitazioni impiegate nelle verifiche agli SLE sono calcolate in combinazione RARA (più gravose delle sollecitazioni Q.P.). Tuttavia, nelle verifiche tensionali è stato considerato il valore più cautelativo tra i limiti tensionali previsti nel Manuale di RFI per le combinazioni allo SLE Rara e Q.P, pari a:

$$\sigma_c \leq 0.40 f_{ck} = 12.0 \text{ Mpa} \quad (\text{ombinazione quasi permanente})$$

3.2 ACCIAIO DA ARMATURA ORDINARIA

Acciaio ordinario per calcestruzzo armato tipo B450C

Caratteristiche di resistenza:

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ Tensione caratteristica di snervamento
 $\gamma_s = 1.15$ coefficiente di sicurezza
 $f_{yd} = 391.3 \text{ MPa}$ Resistenza di calcolo

Verifica delle Tensioni di esercizio:

Il valore limite di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, è quelli indicati nel Manuale di RFI, ovvero la tensione massima nell'acciaio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_a \leq 0.75 f_{yk} = 338.0 \text{ MPa} \quad (\text{combinazione rara}).$$

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 11 di 133 |

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si riporta la caratterizzazione situata al km 0+320.75 del tratto stradale NV02. Il sondaggio di riferimento è il IF16R24. Si riporta di seguito uno stralcio di quest'ultimo elaborato.

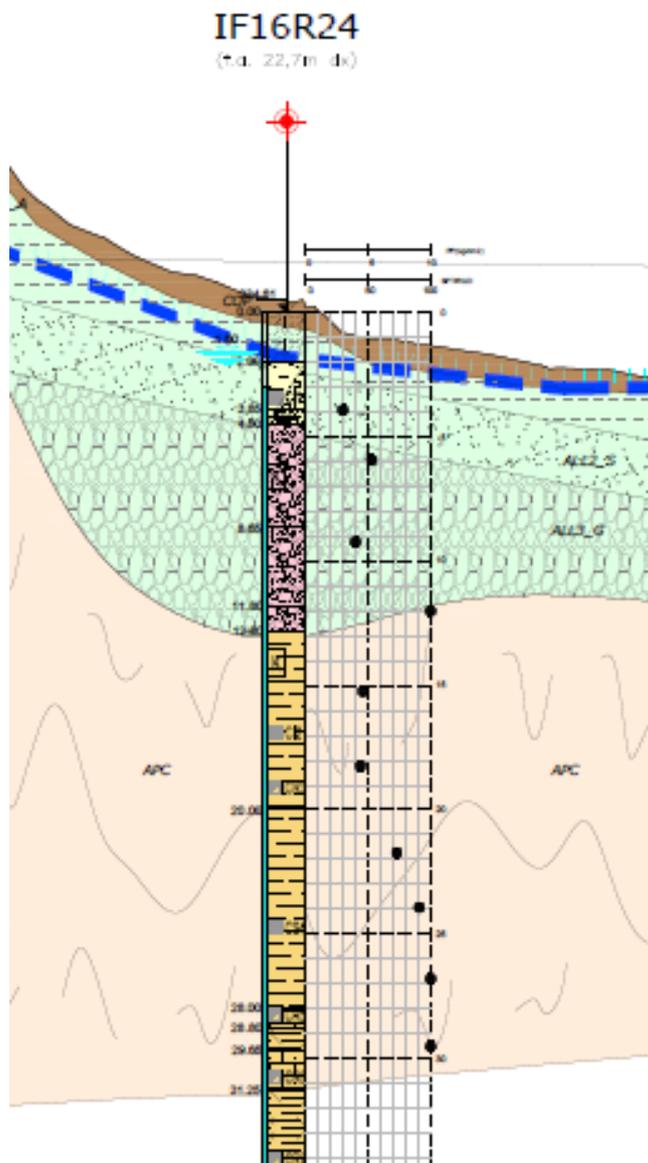


Figura 4-1 – Stralcio profilo geotecnico tratta di riferimento

Dal sondaggio di riferimento e dalle misure piezometriche si ricava la seguente stratigrafia di riferimento.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 12 di 133 |

Tabella 4-1 Stratigrafia e falda di riferimento

| Strato | Profondità da (m da p.c.) | Profondità a (m da p.c.) | Descrizione |
|---|------------------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 0.0 | 2.0 | Terreno di copertura |
| 2 | 2.0 | 4.5 | <u>Depositi alluvionali sabbiosi</u> (ALL_2S) |
| 3 | 4.5 | 10 | <u>Depositi alluvionali ghiaiosi</u> (ALL_3G) |
| 4 | | >10 | APC |
| Profondità della falda: 0.60 m da p.c. | | | |

| | | |
|--|---------------|------|
| Quota progetto | <u>336.66</u> | mslm |
| Quota estradosso struttura media | <u>335.87</u> | mslm |
| Ricoprimento totale | <u>0.80</u> | m |
| Altezza totale opera | 2.00 | m |
| Quota fondazione opera | <u>333.87</u> | mslm |
| Quota piano campagna | <u>335.02</u> | mslm |
| Profondità fondazione opera da p.c. | <u>1.15</u> | m |
| Profondità falda da p.c. | <u>0.60</u> | m |
| Quota falda | <u>334.42</u> | mslm |
| Altezza falda da estradosso fondazione | <u>0.15</u> | m |

Essendo la profondità della fondazione dal p.c. pari a 1.15 m, con riferimento alla Tabella 4-1, si conclude che l'imposta fondazione è situata sullo **strato di copertura (COP)** al disotto della quota di falda, individuata a 0.6 m dal piano campagna. Si riportano di seguito i parametri geotecnici caratteristici per la stratigrafia di riferimento.

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 13 di 133 |

Tabella 4-2 Parametri geotecnici caratteristici dei terreni della tratta Bovino (valore medio indicato tra parentesi quadre [])

| Unità | | ALL1_A COP | ALL2_S | ALL3_G | APC |
|------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| <i>Proprietà</i> | <i>u.m.</i> | <i>range</i> | <i>range</i> | <i>range</i> | <i>range</i> |
| γ | kN/m ³ | 18-19.5 | 19.5 | 18-20 | 19-23 |
| e_0 | - | 0.75-0.8 | | | 0.3-0.65 |
| C_c | - | 0.11 | - | - | 0,13-0,15 |
| C_s | - | 0.01 | - | - | 0,02-0,05 |
| D_r | % | - | 70-95 | 60-95 | - |
| I_p | % | 15-21 | - | - | 5-35 |
| c' | kPa | 2 | - | - | 3-30 |
| ϕ' | ° | 22 | 20-40 | 36-42 | 20-27 |
| OCR | - | 1-4 | - | - | 1-3 |
| C_u | kPa | 35-100 | - | - | 230-320 |
| E_0 | MPa | 100-340 | 130-300 | 250-600 | 200-1500 |
| $E_{0/5}$ | MPa | 20-68 | 25-60 | 40-120 | 40-300 |
| $E_{0/10}$ | MPa | 10-34 | 13-30 | 20-60 | 20-150 |
| k | m/s | $10^{-6} - 10^{-8}$ | $5 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-7}$ | $4 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-6}$ | $3 \cdot 10^{-9} - 10^{-8}$ |

I parametri verranno utilizzati per la caratterizzazione dell'interazione terreno-struttura, ricavando la costante di sottofondo alla Winkler da utilizzare nella modellazione del suolo sotto la fondazione del manufatto (vedi § 9.5).

Caratteristiche terreno di fondazione: COP

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\phi' = 22^\circ$
- $c' = 2 \text{ kPa}$
- $c_u = 75 \text{ kPa}$
- $E_0 = 220 \text{ MPa}$

Per quanto concerne il terreno di ricoprimento ed ai lati dello scatolare, secondo quanto indicato nel Manuale RFI cod. DTCSICSMAIFS001A capitolo 3.5.2.3.3 *Carichi permanenti*, per le caratteristiche dei rilevati stadali si assumono i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici, che verranno utilizzati per il calcolo dei carichi di progetto:

- $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
- $\phi' = 35^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 14 di 133 |

5 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto in termini di accelerazioni orizzontali e verticali in accordo alle NTC2018.

Nei seguenti paragrafi si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione alla vita nominale (V_N) ad essa associata. La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. delle NTC2018 di seguito riportata.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

| TIPI DI COSTRUZIONI | | Valori minimi di V_N (anni) |
|---------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | 100 |

Per le opere previste in progetto si ha $V_N = 75$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le opere in progetto ricadono nella Classe D'uso III.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tabella, per l'opera in esame risulta pari a **1.5**.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 16 di 133 |

L'azione sismica di progetto è definita per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Il periodo di ritorno di quest'ultima - in funzione della vita utile, della classe d'uso, del tipo di costruzione e dello stato limite di riferimento (prima definiti) - è di 1068 anni.

La forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,381 g |
| F_0 | 2,290 |
| T_C | 0,419 s |
| S_S | 1,177 |
| C_C | 1,400 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,177 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,195 s |
| T_C | 0,586 s |
| T_D | 3,123 s |

Per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) risulta quanto segue.

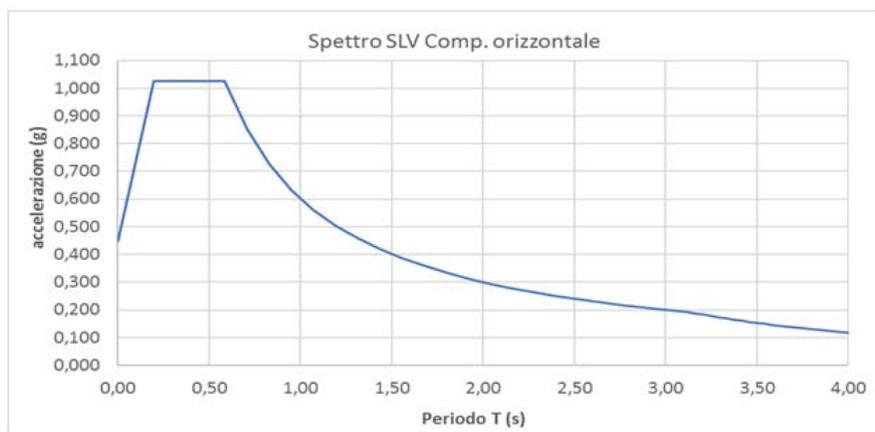
Tabella 5-1 Azione sismica di riferimento

| Accelerazione di riferimento a_g/g | Categoria sottosuolo | Categoria topografica | Vita nominale | Classe d'uso | Accelerazione massima attesa in sito a_{gmax}/g |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|--------------|---|
| 0.381 | C | T1 | 75 | III | 0.448 |

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Si assume un fattore di struttura $q=1$.

I dati così ottenuti sono stati richiamati nel programma di calcolo per effettuare un'analisi pseudo-statica lineare.

Si riporta di seguito il grafico dello spettro SLV in componente orizzontale.



| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 17 di 133 |

6 ANALISI DEI CARICHI - SCATOLARE

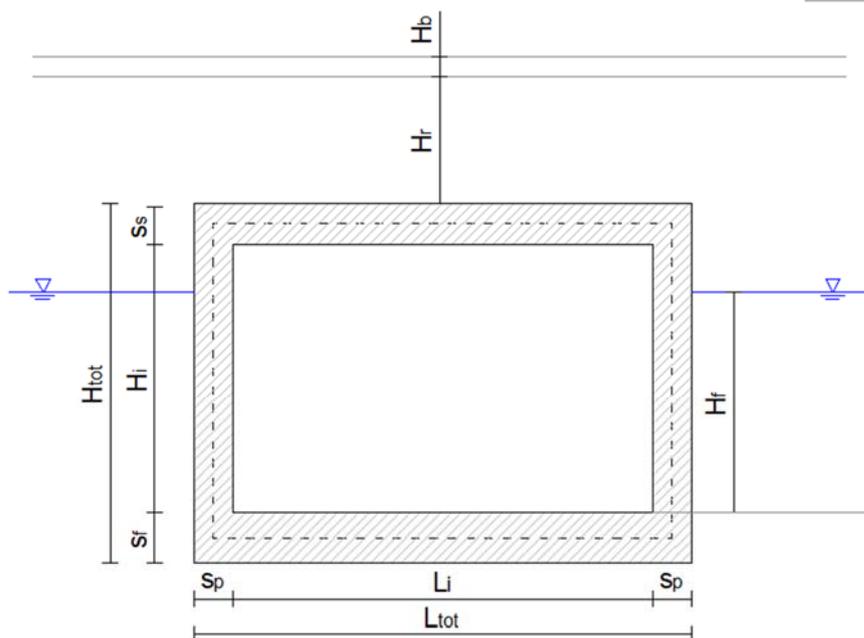
Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. In particolare, il tombino ha una lunghezza totale di 13,50m ed un approfondimento di 0,80 m, misurato all'estradosso della copertura. Nei calcoli il manufatto viene assimilato ad un tombino scatolare di larghezza e altezza nette pari a 1,0 m e formato da soletta di fondazione, soletta di copertura e piedritti, tutti di spessore 0,40 m, corrispondente alla minima sezione resistente del manufatto, ovvero la sezione al netto della tubazione interna.

Le azioni sono definite secondo la normativa di riferimento e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di lunghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

Si sintetizzano di seguito i dati geometrici relativi all'opera.

Caratteristiche geometriche scatolare

| | IN05 |
|--|------------------------------|
| Altezza interna | $H_i = 1.00$ m |
| Larghezza interna | $L_i = 1.00$ m |
| Spessore tubo | $s = 0.10$ m |
| Spessore piedritti | $s_p = 0.40$ m |
| Spessore soletta | $s_s = 0.40$ m |
| Spessore fondazione | $s_f = 0.40$ m |
| Altezza totale | $H_{tot} = 2.00$ m |
| Larghezza totale | $L_{tot} = 2.00$ m |
| Lunghezza opera | $L_{long} = 13.50$ m |
| caratteristiche rilevato | rilevato = stradale - |
| spessore pavimentazione | $sp = 0.12$ m |
| Spessore del rinterro | $H_r = 0.68$ m |
| Larghezza striscia di calcolo | $b = 1.00$ m |
| Altezza falda da estradosso fondazione | $H_f = 0.15$ m |



Caratteristiche geometriche

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 18 di 133 |

6.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Il peso proprio dello scatolare viene calcolato in automatico dal programma di calcolo utilizzato una volta definite le caratteristiche geometriche e le proprietà dei materiali. Sono di seguito riportate le caratteristiche geometriche del manufatto e le azioni permanenti strutturali.

Caratteristiche geometriche scatolare

| | | | |
|---------------------|---------|-------------|---|
| altezza interna | $H_i =$ | <u>1.00</u> | m |
| larghezza interna | $L_i =$ | <u>1.00</u> | m |
| spessore piedritti | $s_p =$ | <u>0.40</u> | m |
| spessore soletta | $s_s =$ | <u>0.40</u> | m |
| spessore fondazione | $s_f =$ | <u>0.40</u> | m |

AZIONI PERMANENTI G1

sigla F.E.M.

Peso proprio della struttura

| | | | | |
|------------------------|----------------------------|--------------|-------------------|----|
| peso soletta superiore | $P_s = s_s \cdot \gamma =$ | <u>10.00</u> | kN/m ² | G1 |
| peso fondazione | $P_f = s_s \cdot \gamma =$ | <u>10.00</u> | kN/m ² | G1 |
| peso piedritti | $P_p = s_p \cdot \gamma =$ | <u>10.00</u> | kN/m ² | G1 |

6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sono di seguito esplicitati i carichi permanenti non strutturali verticali dovuti alla pavimentazione stradale ed al ricoprimento di terreno gravanti sulla soletta superiore, nonché le spinte da essi generate sui piedritti dell'opera.

Approccio di calcolo per le verifiche agli stati limite

Approccio 2

Caratteristiche terreno di ricoprimento

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------------------|
| peso specifico | rilevato = | <u>stradale</u> |
| angolo di attrito | $\gamma_r =$ | <u>19</u> kN/m ³ |
| coesione | $\phi =$ | <u>35</u> ° |
| coefficiente di spinta a riposo | $c =$ | <u>0</u> kN/m ² |
| | $\phi(M1) =$ | <u>35</u> |
| | $k_0(M1) =$ | <u>0.426</u> - |

Caratteristiche pavimentazione

| | | |
|--|--------------|-----------------------------|
| peso specifico pavimentazione | $\gamma_b =$ | <u>22</u> kN/m ³ |
| altezza media P.F. ed estradosso sub-ballast | $H_b =$ | <u>0.12</u> m |

Falda

| | | |
|--|--------------|-----------------------------|
| altezza falda da estradosso fondazione | $z_w =$ | <u>0.15</u> m |
| peso specifico | $\gamma_w =$ | <u>10</u> kN/m ³ |

Caratteristiche geometriche scatolare

| | | | |
|---------------------|---------|-------------|---|
| altezza interna | $H_i =$ | <u>1.00</u> | m |
| larghezza interna | $L_i =$ | <u>1.00</u> | m |
| spessore piedritti | $s_p =$ | <u>0.40</u> | m |
| spessore soletta | $s_s =$ | <u>0.40</u> | m |
| spessore fondazione | $s_f =$ | <u>0.40</u> | m |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 19 di 133 |

AZIONI PERMANENTI G2 (carichi verticali)

sigla F.E.M.

Peso permanenti portati soletta superiore

pressione terreno di ricoprimento

$$p_t = z_1 \cdot \gamma_r = \underline{\underline{12.92}} \text{ kN/m}^2$$

G2

pressione pavimentazione

$$p_b = H_b \cdot \gamma_b = \underline{\underline{2.64}} \text{ kN/m}^2$$

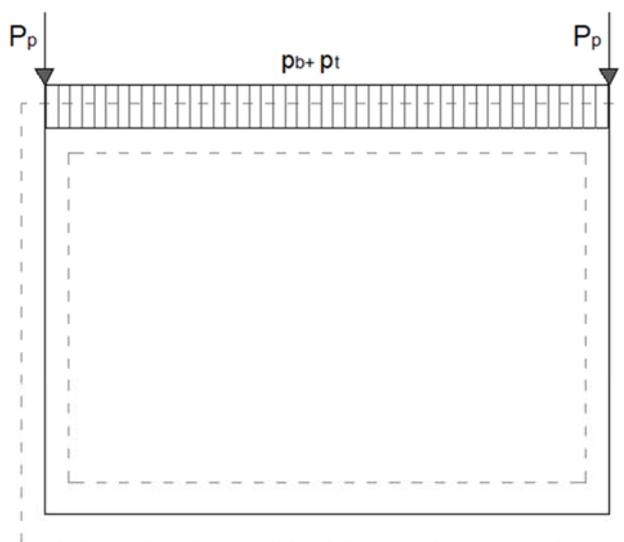
G2

In più, viene aggiunto, un carico concentrato nei nodi tra la soletta sup e i piedritti dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto:

Pressione totale su semi spessore

$$P_p = (p_b + p_t) \cdot s_p/2 = \underline{\underline{3.11}} \text{ kN/m}$$

G2


Carichi permanenti sulla soletta di copertura (G2)

La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$\sigma = z_i \cdot \gamma_r \cdot K_0 + p_b \cdot K_0$$

Le spinte del terreno di rinfianco vengono portate in conto assumendo uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro. In aggiunta, si considera anche la condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti.

Quote di riferimento

ricoprimento terreno da estradosso soletta

$$H_r = z_1 = \underline{\underline{0.68}} \text{ m}$$

mezzeria soletta superiore

$$z_2 = \underline{\underline{0.88}} \text{ m}$$

falda

$$z_3 = \underline{\underline{2.13}} \text{ m}$$

mezzeria soletta di fondazione

$$z_4 = \underline{\underline{2.48}} \text{ m}$$

intradosso soletta di fondazione

$$z_5 = \underline{\underline{2.68}} \text{ m}$$

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 20 di 133 |

AZIONI PERMENENTI G2 (spinte) sigla F.E.M.

Calcolo delle Spinte sui piedritti

| | | | |
|---|---|--------------------------------|----------------------|
| spinta pavimentazione | $p_{b,h} = p_b \cdot k_0 =$ | 1.13 kN/m ² | |
| spinta alla quota di estradosso sol. sup. | $p_1 = z_1 \cdot \gamma_r \cdot k_0 + p_{b,h} =$ | 6.64 kN/m ² | |
| spinta in asse sol. sup. | $p_2 = p_1 + (z_2 - z_1) \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$ | 8.26 kN/m ² | |
| spinta quota falda | $p_3 = p_2 + (z_3 - z_2) \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$ | 18.38 kN/m ² | |
| spinta in asse sol. inf. | $p_4 = p_3 + (z_4 - z_3) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$ | 19.73 kN/m ² | |
| spinta intradosso sol. inf. | $p_5 = p_4 + (z_5 - z_4) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$ | 20.49 kN/m ² | SPT _{sx/dx} |

Spinta falda sui piedritti

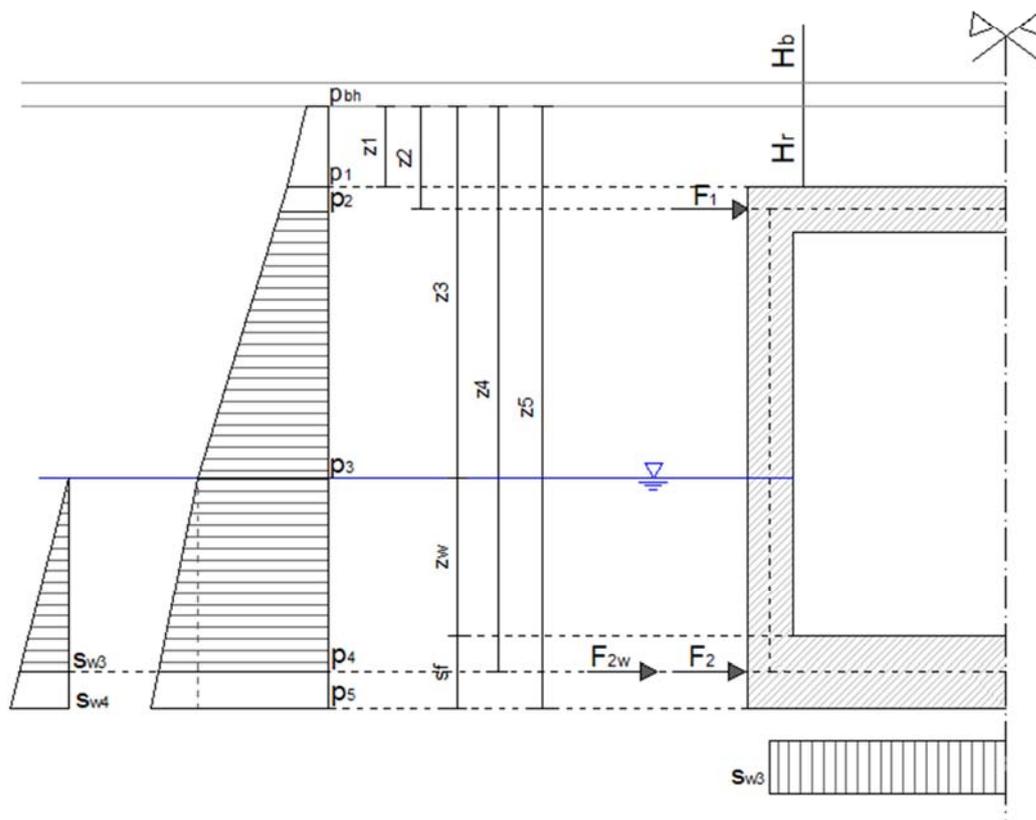
| | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| quota falda | $s_{2,w} =$ | 0.00 kN/m ² | |
| mezzeria soletta di fondazione | $s_{3,w} = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$ | 3.50 kN/m ² | SPT _{sx/dx} |
| intradosso soletta di fondazione | $s_{4,w} = (z_w + s_f) \cdot \gamma_w =$ | 5.50 kN/m ² | |

In più, viene aggiunto, un carico concentrato orizzontale nei nodi sup e inf dei piedritti e dovuto alla spinta del terreno e dell'acqua esercitata su 1/2 della soletta sup. e su 1/2 della soletta inf.:

| | | | |
|-------------------------------------|---|------------------|----------------------|
| spinta semispessore sol. sup. | $F_1 = (p_1 + p_2) / 2 \cdot s_s / 2 =$ | 1.49 kN/m | |
| spinta semispessore sol. inf. | $F_2 = (p_3 + p_4) / 2 \cdot s_f / 2 =$ | 4.02 kN/m | SPT _{sx/dx} |
| spinta falda semispessore sol. inf. | $F_{2,w} = (s_{w3} + s_{w4}) / 2 \cdot s_f / 2 =$ | 0.90 kN/m | |

Sottospinta sulla fondazione

$s_w = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$ **3.50** kN/m² SW



Spinte sui piedritti in condizioni statiche (SPT_{sx} e SPT_{dx})

| | | | | | | |
|---|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 21 di 133 |

6.3 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO

6.3.1 Sovraccarico accidentale mobile

Le azioni variabili da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dallo schema di carico di seguito riportato, in conformità alla normativa di riferimento NTC2018:

❖ Schema di carico 1:

Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. È costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti, come mostrato in Figura 5-1.

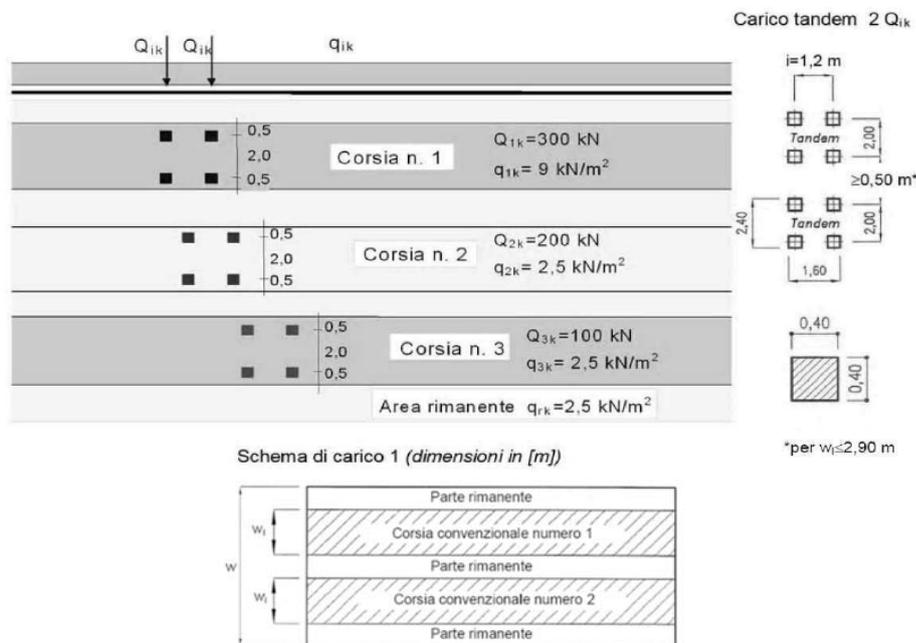


Figura 5.1.1 – Esempio di numerazione delle corsie

Tabella 5.1.I - Numero e Larghezza delle corsie

| Larghezza di carreggiata "w" | Numero di corsie convenzionali | Larghezza di una corsia convenzionale [m] | Larghezza della zona rimanente [m] |
|------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|
| $w < 5,40 \text{ m}$ | $n_c = 1$ | 3,00 | $(w - 3,00)$ |
| $5,4 \leq w < 6,0 \text{ m}$ | $n_c = 2$ | $w/2$ | 0 |
| $6,0 \text{ m} \leq w$ | $n_c = \text{Int}(w/3)$ | 3,00 | $w - (3,00 \times n_c)$ |

Figura 6.1: Schema di carico 1

I carichi vengono applicati su corsie di carico di larghezza 3m, secondo le seguenti colonne di carico:

- prima colonna di carico costituita da due carichi assiali $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ e un carico uniformemente distribuito $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$;
- seconda colonna di carico analoga alla prima, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$ e $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$;
- terza colonna di carico analoga alla prima, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$ e $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$;
- quarta colonna di carico e/o area rimanente costituita da un carico uniformemente distribuito pari a $q_{rk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 22 di 133 |

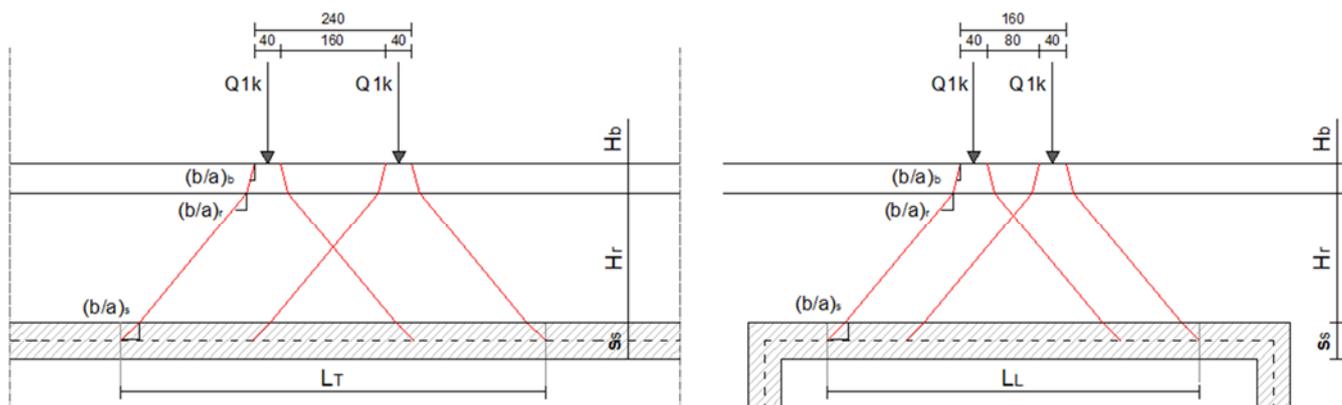
Diffusione dei carichi

La diffusione fino al piano medio della struttura della soletta si assume che avvenga con un angolo di 30° attraverso la pavimentazione e lo spessore del rilevato, con un angolo di 45° nella soletta in c.a..

| Materiale | α_i | $b_i \setminus a_i$ |
|----------------|------------|---------------------|
| pavimentazione | 30.00 | 0.58 |
| ricoprimento | 30.00 | 0.58 |
| soletta | 45.00 | 1.00 |

$$L_i = 0.40 + 2 \cdot [(H_b) \cdot (b/a)_b + H_r \cdot (b/a)_r + s_s/2 \cdot (b/a)_s]$$

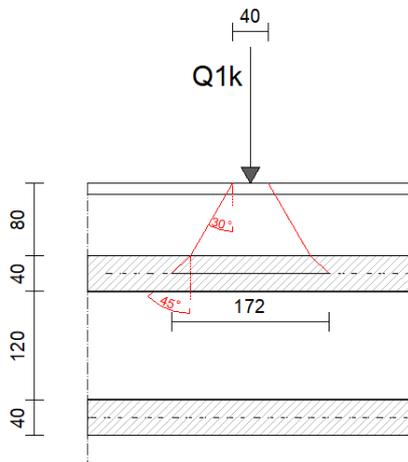
| | | | | |
|-------|---------------------------------------|---|------|---|
| ruota | impronta singolo asse | | 0.40 | m |
| H_b | Spessore pavimentazione | | 0.12 | m |
| H_r | altezza ricoprimento | | 0.68 | m |
| s_s | spessore soletta | | 0.40 | m |
| L_i | lunghezza di diffusione singolo asse | | 1.72 | m |
| a | interasse trasversale assi | | 2.00 | m |
| b | interasse longitudinale assi | | 1.20 | m |
| L_T | lunghezza trasversale di diffusione | $L_T = a + L_i =$ | 3.72 | m |
| | | zona di sovrapposizione trasversale = | 0.00 | m |
| L_L | lunghezza longitudinale di diffusione | $L_L = b + L_i =$ | 2.92 | m |
| | | zona di sovrapposizione longitudinale = | 0.52 | m |



Schema di diffusione dei carichi

Si riporta di seguito lo schema di diffusione longitudinale e trasversale per l'opera in esame.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 23 di 133 |



La struttura è stata calcolata secondo due disposizioni dei carichi mobili:

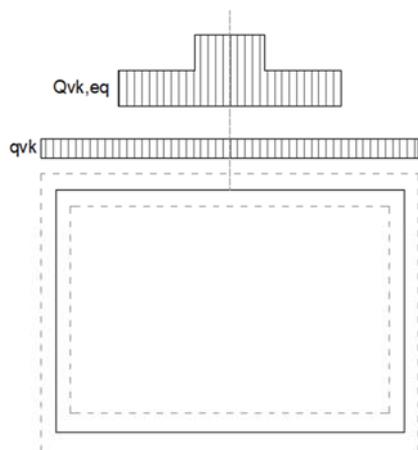
- Condizione Q_M: disposizione dei carichi per massimizzare le sollecitazioni flettenti sul traverso
- Condizione Q_T: disposizione dei carichi che massimizza il taglio sul traverso

SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE

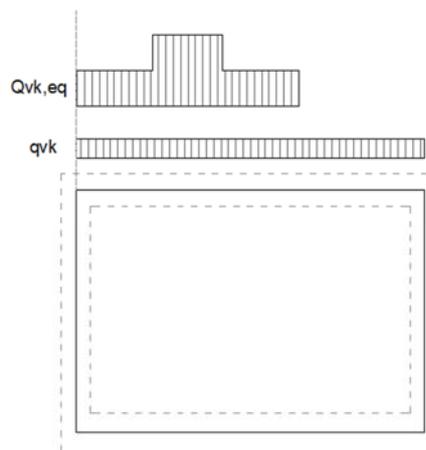
Sigla F.E.M.

I carichi tandem sono considerati uniformemente distribuiti sulle lunghezze di diffusione trasversale e longitudinale portando in conto eventuali zone di sovrapposizione dei coni di diffusione dei singoli assi tandem.

| | | | | | | |
|-------------|--|-------|--------|-------|-------------------|---------|
| $Q_{vk,eq}$ | lunghezze stese di carico su L_L | 1.20 | 0.52 | 1.20 | m | QM / QT |
| | carico equivalente distribuito assi tandem | 50.70 | 101.41 | 50.70 | kN/m ² | |
| q_{vk} | carico distribuito | 9.00 | 9.00 | 9.00 | kN/m ² | QM / QT |



Condizione QM



Condizione QT

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 24 di 133 |

6.3.2 Spinta sui piedritti

Carico su rilevato a ridosso dei piedritti (Calcolo Spinta sui piedritti)

Sigla F.E.M.

Si assume che sui piedritti, ai lati dello scatolare, agisca la spinta del terreno generata dai sovraccarichi in condizioni di riposo. In via conservativa tali incrementi di azioni orizzontali sono stati considerati come una distribuzione di carico uniforme agente su tutto lo sviluppo verticale delle suddette pareti.

| | | | | |
|-----------------------|---|-----------|-------|--------------------------------------|
| k_0 | coefficiente di spinta a riposo | $k_0 (M)$ | 0.426 | - |
| $Q_{vk,eq med}$ | carico equivalente distribuito assi tandem valore medio | | 59.73 | kN/m ² |
| $k_0 \cdot Q_{vk,eq}$ | spinta carico equivalente distribuito | | 25.47 | kN/m ² |
| $k_0 \cdot q_{vk}$ | spinta carico distribuito | | 3.84 | kN/m ² |
| | $S_Q =$ | | 29.31 | kN/m ² SPACC_sx/dx |

In più, vengono aggiunte, come carichi concentrati le forze agenti nel semispessore della soletta sup e inf:

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------|-----------|------|------|--------------------|
| spinta semispessore soletta superiore | $S_1 =$ | $k_0 (M)$ | 5.86 | kN/m | SPACC_sx/dx |
| spinta semispessore soletta inferiore | $S_2 =$ | | 5.86 | kN/m | SPACC_sx/dx |



| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 25 di 133 |

6.3.3 Accelerazione o Frenata

Accelerazione o frenata Sigla F.E.M.

La forza di frenamento o di accelerazione si assume agente in direzione longitudinale a livello della

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 \cdot (2Q_{1k}) + 0.10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

$$q_3 = \underline{\underline{364.32}} \quad \text{kN}$$

Dove w_1 è la larghezza della corsia e L è la lunghezza della zona caricata.

$$w_1 =$$

$$\underline{\underline{3.00}} \quad \text{m}$$

$$L_c =$$

$$\underline{\underline{1.60}} \quad \text{m}$$

$$Q_{1k} =$$

$$\underline{\underline{300.00}} \quad \text{kN}$$

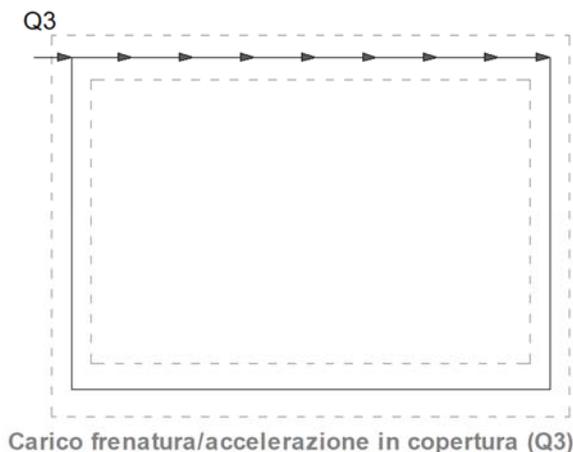
$$q_{1k} =$$

$$\underline{\underline{9.00}} \quad \text{kN/m}$$

La forza applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla soletta superiore trascurando, conservativamente, la larghezza di diffusione del carico dovuta all'approfondimento dello scatolare.

azione distribuita sulla soletta

$$Q_3 = \underline{\underline{75.90}} \quad \text{kN/m} \quad Q_3$$



6.4 VARIAZIONE TERMICA

La variazione termica uniforme applicata al traverso è pari a: $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$. Per il coefficiente di dilatazione termica si assume $\alpha = 10 \text{ E-}6$.

VARIAZIONI TERMICHE Sigla F.E.M.

Alla soletta superiore si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$

variazione termica uniforme

coefficiente di dilatazione

$$\alpha = \underline{\underline{0.000010}}$$

dilatazione termica uniforme

$$\Delta t = \underline{\underline{15.00}}$$

ΔT

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 26 di 133 |

6.5 RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO

RITIRO (§ 11.2.10.6)

Sigla F.E.M.

Quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle indicazioni

- resistenza caratteristica cilindrica cls
- umidità relativa
- area sezione conglomerato
- perimetro della sezione di cls esposta all'aria
- parametro
- coefficiente Tab. 11.2.Vb
- deformazione per essiccamento

| | | | |
|-----------------|---|---------------|----------------|
| f_{ck} | = | <u>30</u> | Mpa |
| U.R. | = | <u>75</u> | % |
| A_c | = | <u>0.40</u> | m ² |
| u | = | <u>1.00</u> | m |
| h_0 | = | <u>800</u> | mm |
| k_h | = | <u>0.700</u> | - |
| ϵ_{c0} | = | <u>-0.311</u> | per mille |

| f_{ck} | Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰) | | | | | |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|------|
| | umidità relativa (in ‰) | | | | | |
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 |
| 20 | -0.62 | -0.58 | -0.49 | -0.30 | -0.17 | 0.00 |
| 40 | -0.48 | -0.46 | -0.38 | -0.24 | -0.13 | 0.00 |
| 60 | -0.38 | -0.36 | -0.30 | -0.19 | -0.10 | 0.00 |
| 80 | -0.30 | -0.28 | -0.24 | -0.15 | -0.07 | 0.00 |

| h_0 (mm) | k_h |
|------------|-------|
| 100 | 1 |
| 200 | 0.85 |
| 300 | 0.75 |
| ≥500 | 0.7 |

DEFORMAZIONE PER RITIRO DA ESSICCAMENTO

$$\epsilon_{cd}(\infty) = k_h \cdot \epsilon_{c0} = \underline{\underline{-0.000218}} \quad -$$

DEFORMAZIONE PER RITIRO AUTOGENO

$$\epsilon_{ca}(\infty) = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{-0.000050}} \quad -$$

DEFORMAZIONE TOTALE PER RITIRO

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = \underline{\underline{-0.000268}} \quad -$$

COEFFICIENTE DI VISCOSITÀ A TEMPO INFINITO

$$\phi(\infty, t_0) = \underline{\underline{1.80}} \quad -$$

parametro

$$h_0 = \underline{\underline{800}} \quad \text{mm}$$

| t_0 (gg) | umidità relativa di circa il 75% | | | |
|------------|----------------------------------|----------------|----------------|-------------------|
| | $h_0 \leq 75$ mm | $h_0 = 150$ mm | $h_0 = 300$ mm | $h_0 \geq 600$ mm |
| 3 | 3.5 | 3.2 | 3.0 | 2.8 |
| 7 | 2.9 | 2.7 | 2.5 | 2.3 |
| 15 | 2.6 | 2.4 | 2.2 | 2.1 |
| 30 | 2.3 | 2.1 | 1.9 | 1.8 |
| ≥60 | 2.0 | 1.8 | 1.7 | 1.6 |

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro

variazione termica equivalente

coefficiente di dilatazione

$$\alpha = \underline{\underline{0.000010}} \quad -$$

variazione termica uniforme

$$\Delta t_{eq} = \underline{\underline{-26.79}} \quad \circ$$

variazione termica uniforme A TEMPO INFINITO

$$\Delta t_{eq,\infty} = \underline{\underline{-9.57}} \quad \circ$$

RITIRO

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 27 di 133 |

6.6 AZIONE SISMICA

Parametri sismici di riferimento

Stato limite indagato

| | | | |
|--|-----------------------|--------------|------|
| Vita nominale | $V_N =$ | <u>75</u> | anni |
| Classe d'uso | | <u>III</u> | - |
| Coefficiente d'uso | $c_u =$ | <u>1.50</u> | - |
| Periodo di riferimento | $V_R =$ | 112.5 | anni |
| Accelerazione orizzontale di riferimento | $a_g / g =$ | <u>0.381</u> | - |
| Categoria sottosuolo | | <u>C</u> | - |
| Categoria topografica | | <u>T1</u> | - |
| Coefficiente di amplificazione stratigrafica | $S_s =$ | <u>1.177</u> | - |
| Coefficiente di amplificazione topografica | $S_t =$ | <u>1.000</u> | - |
| Coefficiente | $S =$ | <u>1.177</u> | - |
| Accelerazione orizzontale massima | $a_{max} / g =$ | 0.448 | - |
| Coefficiente sismico orizzontale | $k_h = a_{max} / g =$ | <u>0.448</u> | - |
| Coefficiente sismico verticale | $k_v = \pm 0.5 k_h =$ | <u>0.224</u> | - |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 28 di 133 |

AZIONI SISMICHE

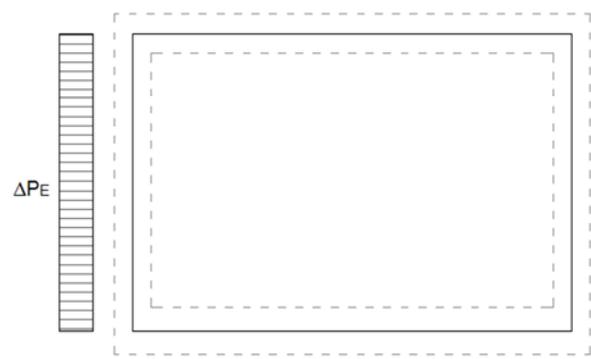
Sovraspinta del terreno in fase sismica

Sigla F.E.M.

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di **Wood**, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad H/2.

| | | | |
|---|--|--------------|-------------------|
| Risultante della spinta sismica sui piedritti | $\Delta S_E = k_h \cdot \gamma \cdot H^2 = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot H^2 =$ | 34.08 | kN/m |
| Pressione risultante | $\Delta p_E = \Delta S_E / H_c =$ | 21.30 | kN/m ² |
| con: | | | |
| peso specifico | | 19 | kN/m ³ |
| altezza totale tombino | | 2.00 | m |
| altezza di calcolo | | 1.60 | m |

SPS_H



Sovraspinta terreno in fase sismica - Wood (SPS_H)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 29 di 133 |

Forza orizzontale sulla soletta di copertura

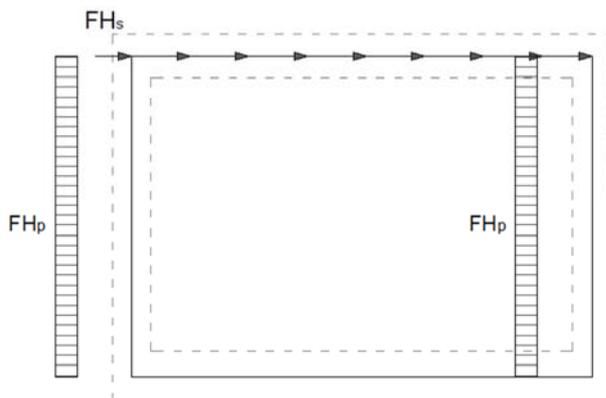
Sigla F.E.M.

Nelle analisi sismiche si assume per i carichi da traffico un coefficiente di partecipazione pari a **0.20**.

| | | | |
|--|---|---------------|--|
| carico equivalente distribuito | $Q_{vk}^* =$ | <u>68.73</u> | kN/m ² |
| luce totale della soletta | $L =$ | <u>2.00</u> | m |
| massa associata al carico distribuito equivalente | $Q_v = Q_{vk}^* \cdot L =$ | <u>137.46</u> | kN/m |
| luce di calcolo soletta | $L_c =$ | <u>1.60</u> | m |
| - Forza orizzontale dovuta ai carichi da traffico | $FHs-1 = (k_h \cdot 0.2 \cdot Q_v) / L_c =$ | <u>7.71</u> | kN/m ² |
| massa associata al carico perm G2 | $g_2 = p_t + p_b =$ | <u>15.56</u> | kN/m ² |
| - Forza orizzontale dovuta ai carichi del rilevato e del ballast | $FHs-2 = k_h \cdot g_2 =$ | <u>6.98</u> | kN/m ² |
| massa associata al carico permanente G1 (peso proprio) | $g_1 =$ | <u>10.00</u> | kN/m ² |
| - Forza orizzontale dovuta alla massa della copertura | $FHs-3 = k_h \cdot g_1 =$ | <u>4.48</u> | kN/m ² |
| Forza orizzontale totale sulla copertura in fase sismica | $FHs =$ | <u>19.17</u> | kN/m ² SS_H |

Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica

| | | | |
|--|-------------------------|--------------|--|
| massa associata al carico permanente G1 (peso proprio) | $g =$ | <u>10.00</u> | kN/m ² |
| - Forza orizzontale dovuta alla massa dei piedritti | $FHp = k_h \cdot g_1 =$ | <u>4.48</u> | kN/m ² SS_H |



Forze orizzontali in fase sismica agenti sui piedritti e sulla copertura(SS_H)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 30 di 133 |

Forza verticale sulla soletta di copertura

- Forza verticale dovuta ai carichi da traffico $FVs-1 = (k_v \cdot 0.2 \cdot Q_v) / l =$

| |
|------|
| 3.85 |
|------|

 kN/m²
- Forza verticale dovuta ai carichi del rilevato e del ballast $FVs-2 = k_v \cdot g_2 =$

| |
|------|
| 3.49 |
|------|

 kN/m²
- Forza verticale dovuta alla massa della copertura $FVs-3 = k_v \cdot g_1 =$

| |
|------|
| 2.24 |
|------|

 kN/m²

Forza verticale totale sulla copertura in fase sismica $FVs =$

| |
|------|
| 9.58 |
|------|

 kN/m² **SS_V**

Forza verticale sui piedritti in fase sismica

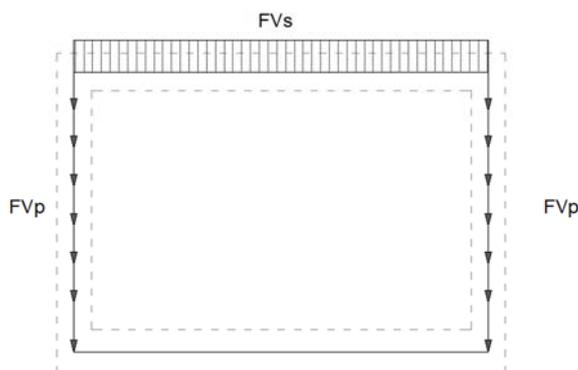
- carico permanente **G1 (peso proprio)** $g =$

| |
|-------|
| 10.00 |
|-------|

 kN/m²
- Forza verticale dovuta alla massa dei piedritti $FVp = k_v \cdot g_1 =$

| |
|------|
| 2.24 |
|------|

 kN/m² **SS_V**



Forze verticali in fase sismica agenti sulla copertura e sui piedritti (SS_V)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 31 di 133 |

6.7 RIEPILOGO CARICHI ELEMENTARI

| DESCRIZIONE | ELEMENTO INTERESSATO | carico | U.M. | DIR. |
|--|--|----------------|-------------------|------|
| peso soletta superiore | <i>soletta superiore</i> | + 10.00 | kN/m ² | Z |
| peso fondazione | <i>soletta inferiore</i> | + 10.00 | kN/m ² | Z |
| peso piedritti | <i>piedritti</i> | + 10.00 | kN/m ² | Z |
| pressione terreno di ricoprimento | <i>soletta superiore</i> | + 12.92 | kN/m ² | Z |
| pressione pavimentazione | <i>soletta superiore</i> | + 2.64 | kN/m ² | Z |
| Pressione totale su semi spessore | <i>nodi di estremità soletta superiore</i> | + 3.11 | kN/m | Z |
| spinta in asse sol. sup. | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 8.26 | kN/m ² | X |
| spinta in asse sol. inf. | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 23.23 | kN/m ² | X |
| spinta semispessore sol. sup. | <i>nodo superiore piedritto</i> | ± 1.49 | kN/m | X |
| spinta semispessore sol. inf. | <i>nodo inferiore piedritto</i> | ± 4.92 | kN/m | X |
| Sottospinta sulla fondazione | <i>soletta inferiore</i> | - 3.50 | kN/m ² | Z |
| carico equivalente distribuito assi tandem valore medio | <i>soletta superiore</i> | + 59.73 | kN/m ² | Z |
| carico distribuito | <i>soletta superiore</i> | + 9.00 | kN/m ² | Z |
| spinta carico equivalente distribuito | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 29.31 | kN/m ² | X |
| spinta semispessore soletta superiore | <i>nodo superiore piedritto</i> | ± 5.86 | kN/m | X |
| spinta semispessore soletta inferiore | <i>nodo inferiore piedritto</i> | ± 5.86 | kN/m | X |
| Accelerazione o frenata | <i>soletta superiore</i> | + 75.90 | kN/m ² | X |
| Sovraspinta del terreno in fase sismica | <i>piedritto sx</i> | + 21.30 | kN/m ² | X |
| Forza orizzontale totale sulla copertura in fase sismica | <i>soletta superiore</i> | + 19.17 | kN/m ² | X |
| Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica | <i>piedritto sx</i> | + 4.48 | kN/m ² | X |
| Forza verticale totale sulla copertura in fase sismica | <i>soletta superiore</i> | ± 9.58 | kN/m ² | Z |
| Forza verticale sui piedritti in fase sismica | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 2.24 | kN/m ² | Z |
| variazione termica equivalente | <i>soletta superiore</i> | - 9.57 | ° | |
| variazione termica uniforme | <i>soletta superiore</i> | ± 15.00 | ° | |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 32 di 133 |

7 ANALISI DEI CARICHI – MURI AD U

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sul manufatto ad U di larghezza netta 3.00 m, altezza netta massima di calcolo 0.90 m e lunghezza di 3.30 m; le pareti verticali hanno spessore pari a 0.30 m e la soletta di fondazione pari a 0.50 m.

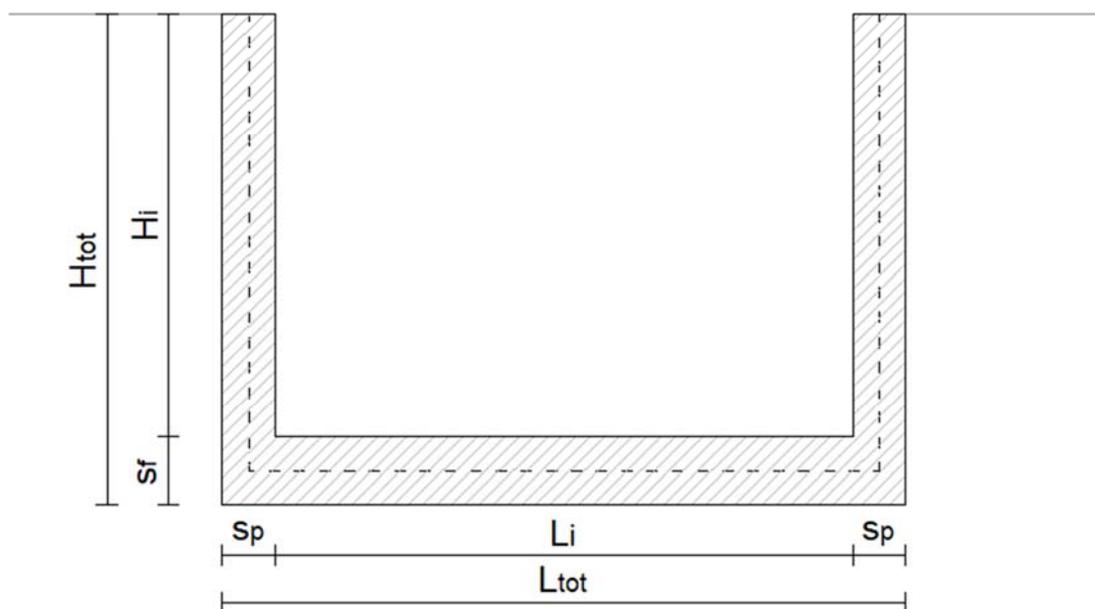
Il calcolo dei muri non risulta influenzato da eventuali asimmetrie ed è condotto cautelativamente per le sezioni di maggiore altezza. Inoltre, anche per le fondazioni la condizione di piedritti simmetrici prevista risulta cautelativa e data la modesta entità delle sollecitazioni agenti, si è considerata una armatura costante lungo tutto lo sviluppo della fondazione. Infine, nel calcolo le spinte del terreno di rinfianco, in aggiunta alla condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti, vengono portate in conto anche assumendo uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro.

Le azioni sono definite secondo la normativa di riferimento e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di lunghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

Si sintetizzano di seguito i dati geometrici relativi all'opera.

Caratteristiche geometriche

| | IN05 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Altezza interna | $H_i = \underline{0.90}$ m |
| Larghezza interna | $L_i = \underline{3.00}$ m |
| Spessore piedritti | $s_p = \underline{0.30}$ m |
| Spessore fondazione | $s_f = \underline{0.50}$ m |
| Altezza totale | $H_{tot} = \underline{1.40}$ m |
| Larghezza totale | $L_{tot} = \underline{3.60}$ m |
| Lunghezza opera | $L_{long} = \underline{3.30}$ m |
| Caratteristiche rilevato | rilavato = <u>stradale</u> - |
| Larghezza striscia di calcolo | $b = \underline{1.00}$ m |



Caratteristiche geometriche

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 33 di 133 |

7.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Il peso proprio dei componenti strutturali viene calcolato in automatico dal programma di calcolo utilizzato una volta definite le caratteristiche geometriche e le proprietà dei materiali. Sono di seguito riportate le caratteristiche geometriche del manufatto e le azioni permanenti strutturali.

Caratteristiche geometriche

| | | | |
|---------------------|---------|-------------|---|
| altezza interna | $H_i =$ | <u>0.90</u> | m |
| larghezza interna | $L_i =$ | <u>3.00</u> | m |
| spessore piedritti | $s_p =$ | <u>0.30</u> | m |
| spessore fondazione | $s_f =$ | <u>0.50</u> | m |

AZIONI PERMANENTI G1

sigla F.E.M.

Peso proprio della struttura

| | | | | |
|-----------------|----------------------------|--------------|-------------------|----|
| peso fondazione | $P_f = s_s \cdot \gamma =$ | <u>12.50</u> | kN/m ² | G1 |
| peso piedritti | $P_p = s_p \cdot \gamma =$ | <u>7.50</u> | kN/m ² | G1 |

7.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si riportano di seguito i carichi permanenti non strutturali agenti sulla struttura.

Approccio di calcolo per le verifiche agli stati limite

Approccio 2

Caratteristiche terreno di ricoprimento

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------------------|
| peso specifico | rilevato = | <u>stradale</u> |
| angolo di attrito | $\gamma_r =$ | <u>19</u> kN/m ³ |
| coesione | $\phi =$ | <u>35</u> ° |
| coefficiente di spinta a riposo | $c =$ | <u>0</u> kN/m ² |
| | $\phi(M1) =$ | <u>35</u> |
| | $k_0(M1) =$ | <u>0.426</u> - |

Falda

| | | | |
|--|--------------|--------------------------|-------------------|
| altezza falda da estradosso fondazione | $z_w =$ | <u>NO</u> <u>0.15</u> | m |
| peso specifico | $\gamma_w =$ | <u>10</u> | kN/m ³ |

Caratteristiche geometriche

| | | | |
|---------------------|---------|-------------|---|
| altezza interna | $H_i =$ | <u>0.90</u> | m |
| larghezza interna | $L_i =$ | <u>3.00</u> | m |
| spessore piedritti | $s_p =$ | <u>0.30</u> | m |
| spessore fondazione | $s_f =$ | <u>0.50</u> | m |

La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$\sigma = z_i \cdot \gamma_r \cdot K_0$$

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 34 di 133 |

Quote di riferimento da testa muro

| | | | |
|----------------------------------|---------|-------------|---|
| testa piedritti | $z_1 =$ | <u>0.00</u> | m |
| estradosso soletta di fondazione | $z_2 =$ | <u>0.75</u> | m |
| mezzeria soletta di fondazione | $z_3 =$ | <u>1.15</u> | m |
| intradosso soletta di fondazione | $z_4 =$ | <u>1.40</u> | m |

AZIONI PERMANENTI G2 (spinte)

sigla F.E.M.

Calcolo delle Spinte sui piedritti

| | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-------------------|-----------|
| testa muro | $p_1 = z_1 \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$ | <u>0.00</u> | kN/m ² | SPT_sx/dx |
| quota falda | $p_2 = z_2 \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$ | <u>6.08</u> | kN/m ² | |
| spinta in asse sol. inf. | $\frac{1}{2} + (z_3 - z_2) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$ | <u>7.61</u> | kN/m ² | |
| spinta intradosso sol. inf. | $\frac{1}{2} + (z_4 - z_2) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$ | <u>8.57</u> | kN/m ² | |

Spinta falda sui piedritti

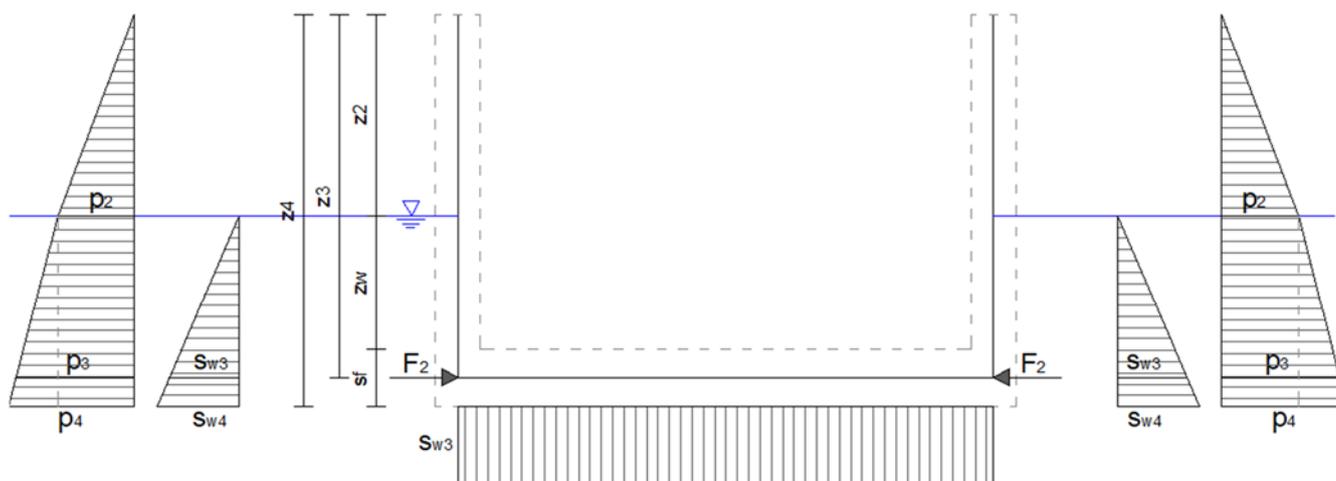
| | | | | |
|----------------------------------|--|-------------|-------------------|-----------|
| quota falda | $s_{2,w} =$ | <u>0.00</u> | kN/m ² | SPT_sx/dx |
| mezzeria soletta di fondazione | $s_{3,w} = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$ | <u>4.00</u> | kN/m ² | |
| intradosso soletta di fondazione | $s_{4,w} = (z_w + s_f) \cdot \gamma_w =$ | <u>6.50</u> | kN/m ² | |

In più, viene aggiunto, un carico concentrato orizzontale nel nodo inf dei piedritti e dovuto alla spinta del terreno e dell'acqua esercitata su 1/2 della soletta inf.:

| | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------|------|-----------|
| spinta semispessore sol. inf. | $F_2 = (p_3 + p_4) / 2 \cdot s_f / 2 =$ | <u>2.02</u> | kN/m | SPT_sx/dx |
| spinta falda semispessore sol. inf. | $z = (s_{w3} + s_{w4}) / 2 \cdot s_f / 2 =$ | <u>1.31</u> | kN/m | |

Sottospinta sulla fondazione

| | | | |
|--|-------------|-------------------|----|
| $s_w = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$ | <u>4.00</u> | kN/m ² | SW |
|--|-------------|-------------------|----|



Spinte sui piedritti in condizioni statiche (SPT_sx e SPT_dx)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 35 di 133 |

Le spinte del terreno di rinfiaccio vengono portate in conto assumendo uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro. In aggiunta, si considera anche la condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti.

7.3 CARICHI ACCIDENTALI SU RILEVATO

SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE

q_k carico distribuito 20.00 kN/m²

7.3.1 Spinta sui piedritti

Carico su rilevato a ridosso dei piedritti (Calcolo Spinta sui piedritti)

Sigla F.E.M.

Si assume che sui piedritti, ai lati dello scatolare, agisca la spinta del terreno generata dai sovraccarichi in condizioni di riposo. In via conservativa tali incrementi di azioni orizzontali sono stati considerati come una distribuzione di carico uniforme agente su tutto lo sviluppo verticale delle suddette pareti.

| | | | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------|-------------------|-------------|
| k_0 | coefficiente di spinta a riposo | <u>0.426</u> | - | |
| $k_0 \cdot q_k$ | spinta carico distribuito | <u>8.53</u> | kN/m ² | SPACC_sx/dx |

In più si considera il carico concentrato agente nel semispessore della soletta inf.

| | | | | |
|---------------------------------------|---------|-------------|------|-------------|
| spinta semispessore soletta inferiore | $S_2 =$ | <u>2.13</u> | kN/m | SPACC_sx/dx |
|---------------------------------------|---------|-------------|------|-------------|



| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 36 di 133 |

7.4 AZIONE SISMICA

Parametri sismici di riferimento

Stato limite indagato

| | | | |
|--|-----------------------|--------------|------|
| Vita nominale | $V_N =$ | <u>75</u> | anni |
| Classe d'uso | | <u>III</u> | - |
| Coefficiente d'uso | $c_u =$ | <u>1.50</u> | - |
| Periodo di riferimento | $V_R =$ | <u>112.5</u> | anni |
| Accelerazione orizzontale di riferimento | $a_g/g =$ | <u>0.381</u> | - |
| Categoria sottosuolo | | <u>C</u> | - |
| Categoria topografica | | <u>T1</u> | - |
| Coefficiente di amplificazione stratigrafica | $S_s =$ | <u>1.177</u> | - |
| Coefficiente di amplificazione topografica | $S_t =$ | <u>1.000</u> | - |
| Coefficiente | $S =$ | <u>1.177</u> | - |
| Accelerazione orizzontale massima | $a_{max}/g =$ | <u>0.448</u> | - |
| Coefficiente sismico orizzontale | $k_h = a_{max}/g =$ | <u>0.448</u> | - |
| Coefficiente sismico verticale | $k_v = \pm 0.5 k_h =$ | <u>0.224</u> | - |

AZIONI SISMICHE

Sovrappinta del terreno in fase sismica

Sigla F.E.M.

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovrappinta sismica è calcolata con la teoria di **Wood**, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad $H/2$.

| | | | |
|---|--|--------------|-------------------|
| Risultante della spinta sismica sui piedritti | $\Delta S_E = k_h \cdot \gamma \cdot H^2 = a_{max}/g \cdot \gamma \cdot H^2 =$ | <u>16.70</u> | kN/m |
| Pressione risultante | $\Delta p_E = \Delta S_E / H_c =$ | <u>14.52</u> | kN/m ² |
| con: | | | |
| peso specifico | $\gamma_r =$ | <u>19</u> | kN/m ³ |
| altezza totale tombino | $H =$ | <u>1.40</u> | m |
| altezza di calcolo | $H_c =$ | <u>1.15</u> | m |

SPS_H



Sovrappinta terreno in fase sismica - Wood (SPS_H)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 37 di 133 |

Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica

massa associata al carico permanente G1 (peso proprio)

- Forza orizzontale dovuta alla massa dei piedritti

$$g = \frac{7.50}{1} \text{ kN/m}^2$$

$$FHp = k_h \cdot g_1 = \frac{3.36}{1} \text{ kN/m}^2$$

SS_H



Forze orizzontali in fase sismica agenti sui piedritti e sulla copertura(SS_H)

Forza verticale sui piedritti in fase sismica

carico permanente G1 (peso proprio)

- Forza verticale dovuta alla massa dei piedritti

$$g = \frac{7.50}{1} \text{ kN/m}^2$$

$$FVp = k_v \cdot g_1 = \frac{1.68}{1} \text{ kN/m}^2$$

SS_V



Forze verticali in fase sismica agenti sui piedritti (SS_V)

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 38 di 133 |

7.5 RIEPILOGO CARICHI ELEMENTARI

| SIGLA F.E.M. | DESCRIZIONE | ELEMENTO INTERESSATO | carico | U.M. | DIR. |
|--------------------|---|------------------------------------|---------|-------------------|------|
| G1 | peso fondazione | <i>soletta inferiore</i> | + 12.50 | kN/m ² | Z |
| | peso piedritti | <i>piedritti</i> | + 7.50 | kN/m ² | Z |
| SPT_sx/dx | spinta a quota falda | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 6.08 | kN/m ² | X |
| | spinta in asse sol. inf. | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 11.61 | kN/m ² | X |
| | spinta semispessore sol. inf. | <i>nodo inferiore piedritto</i> | ± 3.34 | kN/m | X |
| SW | Sottospinta sulla fondazione | <i>soletta inferiore</i> | - 4.00 | kN/m ² | Z |
| SPACC_sx/dx | spinta carico distribuito | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 8.53 | kN/m ² | X |
| | spinta semispessore soletta inferiore | <i>nodo inferiore piedritto</i> | ± 2.13 | kN/m | X |
| SPS_H | Sovraspinta del terreno in fase sismica | <i>piedritto sx</i> | + 14.52 | kN/m ² | X |
| SS_H | Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica | <i>piedritto sx e dx</i> | + 3.36 | kN/m ² | X |
| SS_V | Forza verticale sui piedritti in fase sismica | <i>piedritto sx e piedritto dx</i> | ± 1.68 | kN/m ² | Z |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 39 di 133 |

8 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Si riportano di seguito le combinazioni delle azioni elementari come prescritte nelle Norme Tecniche vigenti.

Combinazione fondamentale 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) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

dove:

G_1 valore caratteristico delle azioni da peso proprio;

G_2 valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;

Q_{k1} valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;

Q_{ki} valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;

P valore caratt. delle deformazioni impresse;

$\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$ coefficienti parziali per le azioni;

ψ_{0i} coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

E = azione sismica.

Si considerano 3 direzioni principali secondo cui si effettuano le combinazioni sismiche:

$$A_{Ex} + "0,30A_{Ey} + "0,30A_{Ez}$$

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, sono state considerate le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV. A causa della natura dell'opera, i gruppi di azioni da prendere in esame risultano esclusivamente i gruppi 1, 2a e 2b.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 40 di 133 |

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

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

(*) Ponti pedonali
 (**) 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.

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 41 di 133 |

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

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti g_1 e g_3 | favorevoli | γ_{G1} e γ_{G3} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2 | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | favorevoli | γ_{e1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 ⁽⁴⁾ | 1,00 |
| Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari | favorevoli | γ_{e2} , γ_{e3} , γ_{e4} | 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 della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio 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 validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

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

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

| Azioni | Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV) | Coefficiente ψ_0 di combinazione | Coefficiente ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tab. 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 | a ponte scarico SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| | a ponte carico SLU e SLE | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| Neve | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | SLU e SLE | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

- SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 42 di 133 |

- SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

Approccio 2: A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche.

| PARAMETRO | Coefficiente parziale | (M1) | (M2) |
|--|-----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | γ_s | 1,00 | 1,25 |
| Coazione efficace | γ_c | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | γ_u | 1,00 | 1,40 |
| Peso dell'unità di volume | γ | 1,00 | 1,00 |

| VERIFICA | Coefficiente parziale | (R1) | (R2) | (R3) |
|-------------------|-----------------------|------|------|------|
| Capacità portante | γ_n | 1,00 | 1,10 | 2,30 |

In via cautelativa le sollecitazioni impiegate nelle verifiche agli SLE sono calcolate in combinazione RARA (più gravose delle sollecitazioni Q.P.). Tuttavia, nelle verifiche tensionali è stato considerato il valore più cautelativo tra i limiti tensionali previsti nel Manuale di RFI cod. DTCSICSMAIFS001A per le combinazioni allo SLE Rara e Q.P (cfr. Capitolo 3.1). Nello specifico, il limite tensionale considerato è pari a $0.40f_{ck}$ (relativo alla combinazione Q.P.), anziché $0.55f_{ck}$ (relativo alla combinazione Rara).

Le verifiche, a vantaggio di sicurezza, sono pertanto condotte considerando le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni SLE rara utilizzando, tuttavia, il limite tensionale più restrittivo relativo alle combinazioni SLE Q.P.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 43 di 133 |

8.1 SCATOLARE

| COMB. | G1 | G2 | SPT_sx | SPT_dx | RITIRO | ΔT | GR - 1 | | | GR - 2a | | SPA_sx | SPA_dx | SS_H | SPS_H | SS_V |
|--------|------|------|--------|--------|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|--------|--------|------|-------|------|
| | | | | | | | schema 1 (massimizzazione mezzeria) | schema 1 (massimizzazione appoggio) | Azione orizzontale di accelerazione/frenatura | Spinta del treno a tergo piedritti in sx | Spinta del treno a tergo piedritti in dx | | | | | |
| SLU_1 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.90 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_2 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0.90 | 1.35 | 0 | 0 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_3 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 0.90 | 1.35 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_4 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_5 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -0.90 | 1.35 | 0 | 0 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_6 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 1.35 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_7 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.90 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_8 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0.90 | 0 | 1.35 | 0 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_9 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 0.90 | 0 | 1.35 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_10 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_11 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -0.90 | 0 | 1.35 | 0 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_12 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 0 | 1.35 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_13 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0.90 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_14 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 0.90 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_15 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -0.90 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_16 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_17 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.90 | 1.01 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_18 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0.90 | 1.01 | 0 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_19 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 0.90 | 1.01 | 0 | 1.35 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_20 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 1.01 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_21 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -0.90 | 1.01 | 0 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_22 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 1.01 | 0 | 1.35 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_23 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.90 | 0 | 1.01 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_24 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 0.90 | 0 | 1.01 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_25 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 0.90 | 0 | 1.01 | 1.35 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_26 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 0 | 1.01 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_27 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -0.90 | 0 | 1.01 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_28 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -0.90 | 0 | 1.01 | 1.35 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_29 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 1.50 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_30 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 1.50 | 1.01 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_31 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 1.50 | 1.01 | 0 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_32 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | -1.50 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_33 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -1.50 | 1.01 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_34 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -1.50 | 1.01 | 0 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 1.50 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_36 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 1.50 | 0 | 1.01 | 0 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_37 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 1.50 | 0 | 1.01 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_38 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | -1.50 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_39 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -1.50 | 0 | 1.01 | 0 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_40 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -1.50 | 0 | 1.01 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_41 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0 | 1.50 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_42 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 0 | 1.50 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_43 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.20 | -1.50 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_44 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | -1.50 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |
| COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0500 001 B 44 di 133 | |

| COMB. | G1 | G2 | SPT_sx | SPT_dx | RITIRO | ΔT | GR - 1 | | | GR - 2a | | | SS_H | SPS_H | SS_V |
|--------|------|------|--------|--------|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|---|------|-------|------|
| | | | | | | | schema 1 (massimizzazione mezzeria) | schema 1 (massimizzazione appoggio) | Azione orizzontale di accelerazione/frenatura | Spinta del treno a tergo piedritti in sx | Spinta del treno a tergo piedritti in dx | Forze sismiche agenti in dir. orizzontale | | | |
| SLE_1 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_4 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_5 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_6 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_7 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_8 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_9 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_10 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_12 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_13 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.60 | 0 | 0 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_14 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 0 | 0 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_16 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_17 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0.75 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_18 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.60 | 0.75 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_19 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0.75 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_20 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0.75 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_21 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 0.75 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0.75 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_23 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.75 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_24 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0.60 | 0 | 0.75 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_25 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.75 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_26 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0 | 0.75 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_27 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 0 | 0.75 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_28 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.60 | 0 | 0.75 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_29 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_31 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_32 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | -1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_33 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_34 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -1.00 | 0.75 | 0 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_35 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_36 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0.75 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_37 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 0.75 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_38 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | -1.00 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_39 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -1.00 | 0 | 0.75 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_40 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -1.00 | 0 | 0.75 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_41 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_42 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_43 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_44 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |
| COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0500 001 B 45 di 133 | |

| COMB. | G1 | G2 | SPT_sx | SPT_dx | RITIRO | ΔT | GR - 1 | | | GR - 2a | | | SS_H | SPS_H | SS_V |
|--------|------|------|--------|--------|--------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|---|------|-------|------|
| | | | | | | | schema 1 (massimizzazione mezzeria) | schema 1 (massimizzazione appoggio) | Azione orizzontale di accelerazione/frenatura | Spinta del treno a tergo piedritti in sx | Spinta del treno a tergo piedritti in dx | Forze sismiche agenti in dir. orizzontale | | | |
| SLV_1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | |
| SLV_2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | -0.30 | |
| SLV_3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | |
| SLV_4 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | -0.30 | |
| SLV_5 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | 1.00 | |
| SLV_6 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | -1.00 | |
| SLV_7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | 1.00 | |
| SLV_8 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | -1.00 | |
| SLV_9 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | |
| SLV_10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | -0.30 | |
| SLV_11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | |
| SLV_12 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 1.00 | 1.00 | -0.30 | |
| SLV_13 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | 1.00 | |
| SLV_14 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | -1.00 | |
| SLV_15 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | 1.00 | |
| SLV_16 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | -0.50 | 0 | 0.20 | 0 | 0.20 | 0 | 0.30 | 0.30 | -1.00 | |

8.2 MURI AD U

| COMB. | G1 | SPT_sx | SPT_dx | Spinta accidentali a tergo piedritti in sx | Spinta accidentali a tergo piedritti in dx | Forze sismiche agenti in dir. orizzontale | Sovraspinta sismica orizzontale | Forze sismiche agenti in dir. verticale |
|-------|------|--------|--------|--|--|---|---------------------------------|---|
| | | | | | | | | |
| SLU_1 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_2 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.50 | 1.50 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_3 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU_4 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLV_1 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| SLV_2 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0 | 1.00 | 1.00 | -0.30 |
| SLV_3 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0 | 0.30 | 0.30 | 1.00 |
| SLV_4 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0 | 0 | 0.30 | 0.30 | -1.00 |
| SLE_1 | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 |
| SLE_3 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 46 di 133 |

9 MODELLAZIONE STRUTTURALE

9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il software Sap 2000 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc. e distribuito dalla CSI Italia srl.

9.2 TIPO DI ANALISI SVOLTA

Trattandosi di opera interrata di tipo rigido la determinazione delle sollecitazioni sia in campo statico che in campo sismico è stata svolta mediante analisi statica lineare secondo le teorie classiche della Scienza delle Costruzioni, trascurando le eventuali capacità dissipative della struttura ($q=1$) e sfruttando il principio di sovrapposizione degli effetti.

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave a 6 GL, che ovviamente nell'analisi 2D condotta (telaio piano) si riducono a 3. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione.

Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti all'intradosso della soletta di fondazione necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali.

Le combinazioni di carico considerate per ciascuno stato limite sono riportate in forma tabellare nei capitoli specifici.

9.3 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

Riguardo il codice FEM impiegato, la casa produttrice ha provveduto alla produzione di tutti i documenti di validazione del software che non sono allegati alla presente relazione di calcolo per ragioni di sintesi, ma che possono essere forniti in qualsiasi momento o richiesti direttamente alla casa produttrice.

9.4 MODELLO DI CALCOLO

9.4.1 Scatolare

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di telaio chiuso. I componenti del manufatto sono stati modellati con elementi 1D "frame" di sezione rettangolare 100x40cm. Di seguito uno schema del modello di calcolo.

| | | | | | | |
|--|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 47 di 133 |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | |

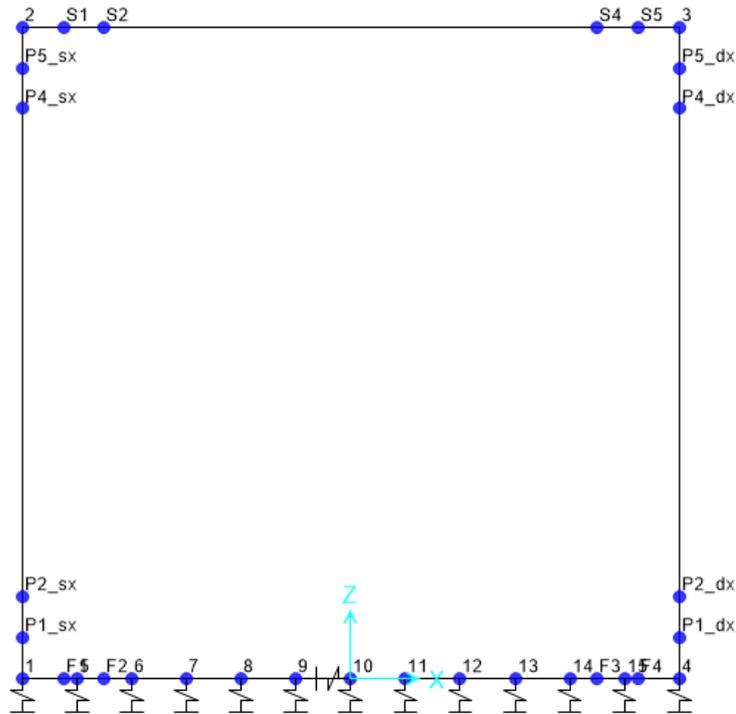


Figura 9.1: Modello di calcolo – numerazione nodi

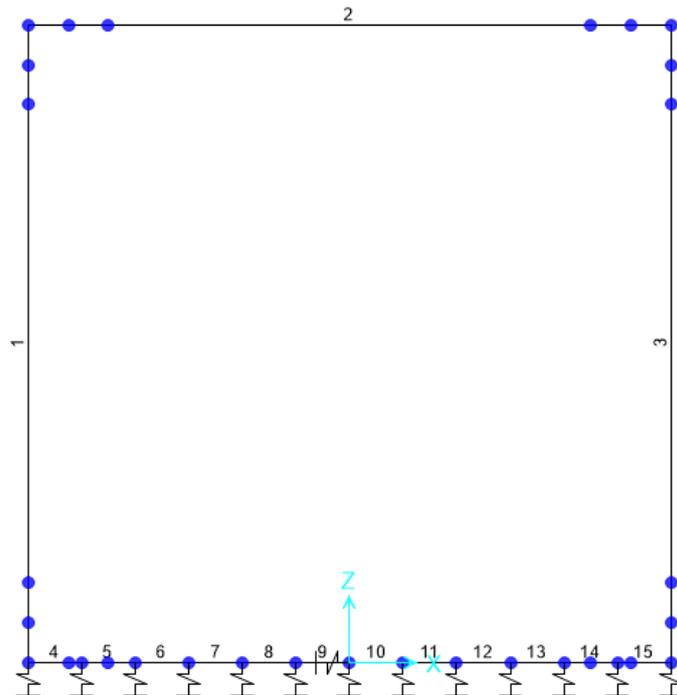


Figura 9.2: Modello di calcolo – numerazione aste

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 48 di 133 |

Convenzione assi:

- x = asse trasversale dello scatolare
- y = asse longitudinale dello scatolare
- z = asse verticale dello scatolare

Nomenclatura elementi frame:

- ID 1, 3 Piedritto sx e dx
- ID 2 Soletta di copertura
- ID 6+15 Soletta di Fondazione

L'applicazione dei carichi di progetto è stata eseguita inserendo forze distribuite o concentrate sugli elementi frame del modello di calcolo.

9.4.2 Muri ad U

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di struttura ad U con pareti e fondazione mutuamente incastrati. I componenti del manufatto sono stati modellati con elementi 1D "frame" di sezione rettangolare 100x50cm per la fondazione e 100x30 per le pareti. Di seguito uno schema del modello di calcolo.

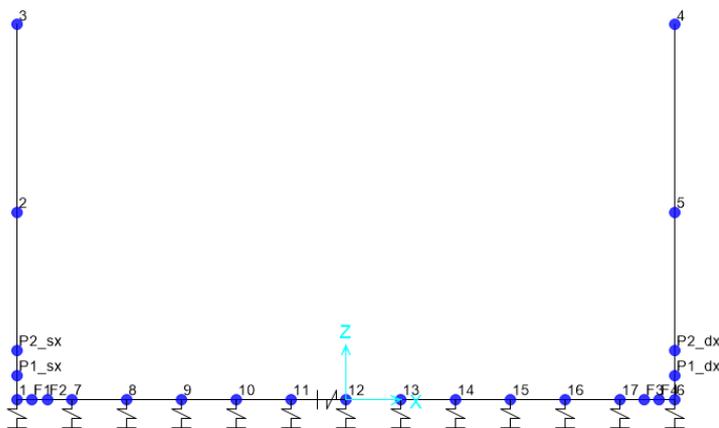
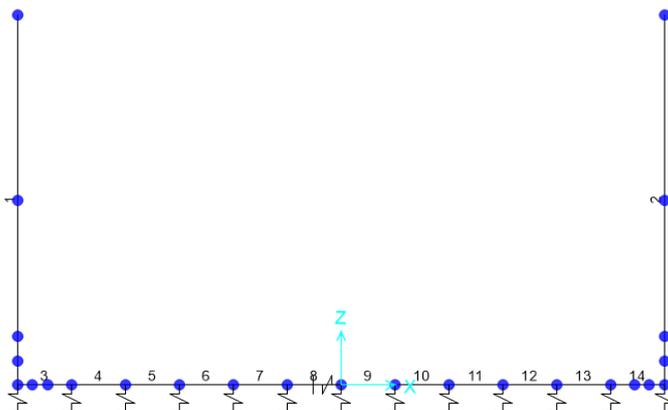


Figura 9.3: Modello di calcolo – numerazione nodi



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|------------|------|------------------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>B</td> <td>49 di 133</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 49 di 133 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 49 di 133 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 9.4: Modello di calcolo – numerazione aste

Convenzione assi:

- x = asse trasversale dello scatolare
- y = asse longitudinale dello scatolare
- z = asse verticale dello scatolare

Nomenclatura elementi frame:

- ID 1 e 2 Parete sx e dx
- ID 3÷14 Soletta di Fondazione

L'applicazione dei carichi di progetto è stata eseguita inserendo forze distribuite o concentrate sugli elementi frame del modello di calcolo.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 50 di 133 |

9.5 MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA

9.5.1 Scatolare

Interazione terreno-struttura

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000.

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:

$$s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_0) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

- s cedimento elastico totale
- B lato minore della fondazione
- c_t coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti da Bowlws, 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_0 tensione verticale litostatica 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:

$$k_w = E / [B \cdot c_t \cdot (1 - \nu^2)] = \underline{\underline{12928.2}} \quad \text{kN/m}^3$$

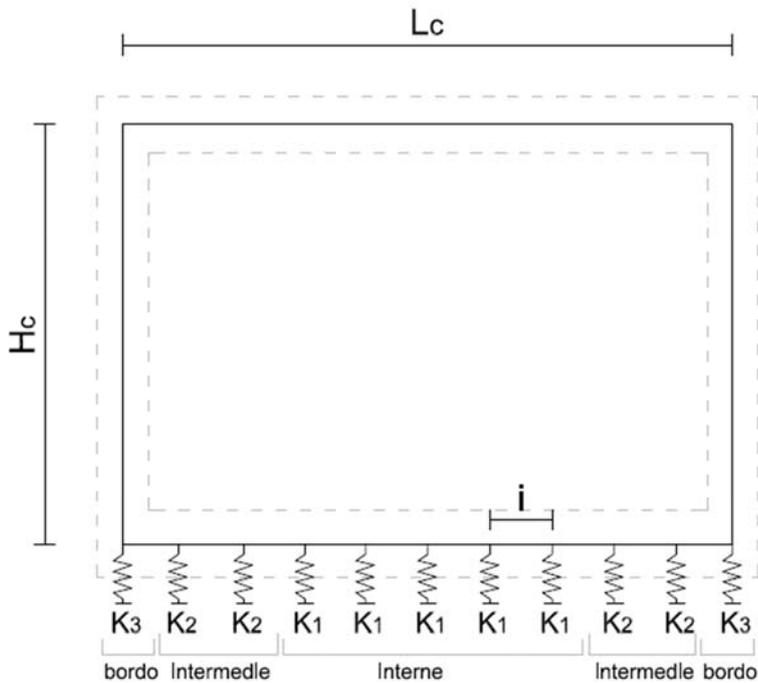
Nel caso in esame:

| | | | |
|--|---------------|--------|-----|
| lunghezza scatolare | L = | 13.50 | m |
| larghezza scatolare | B = | 2.00 | m |
| rapporto | L/B = | 6.8 | m |
| coefficiente di forma | c_t = | 1.87 | - |
| coefficiente di Poisson | ν = | 0.30 | - |
| Modulo elastico a piccole deformazioni | E_0 = | 220.00 | MPa |
| Modulo elastico fondazioni | $E = E_0/5$ = | 44.00 | MPa |

Con questo valore si ricavano le costanti elastiche delle singole molle, differenziandole tra interne, intermedie e esterne

| | | | |
|--|---|-------|-------------------|
| numero di divisioni elemento fondazione modello FEM | n = | 12.00 | - |
| interasse trasversale di competenza generica molla | i (trasv) = | 0.133 | m |
| interasse longitudinale di competenza generica molla | i (long) = | 1.00 | m |
| - costante di Winkler molle interne | $k_{w,1} = k_w \cdot i$ = | 1724 | kN/m |
| - costante di Winkler molle intermedie | $k_{w,2} = 1.5 \cdot k_w \cdot i$ = | 2586 | kN/m |
| - costante di Winkler molle d'angolo | $k_{w,3} = 2 \cdot k_w \cdot (i/2 + s_p/2)$ = | 6895 | kN/m |
| costante di Winkler orizzontale | $k_{w,h} = 0.5 \cdot k_w$ = | 6464 | kN/m ³ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|------------|------|-----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|-----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>B</td> <td>51 di 133</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 51 di 133 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 51 di 133 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



$$L_c = \underline{\underline{1.60}} \quad \text{m}$$

$$H_c = \underline{\underline{1.60}} \quad \text{m}$$

Schematizzazione modello di calcolo F.E.M.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 52 di 133 |

9.5.2 Muri ad U

Interazione terreno-struttura

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000.

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:

$$s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_0) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

| | |
|------------|---|
| s | cedimento elastico totale |
| B | lato minore della fondazione |
| c_t | coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti da Bowlws, 1960 (L=lato maggiore della fondazione) |
| | $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ rettangolare con $L/B \leq 10$ $c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$ rettangolare con $L/B > 10$ |
| q | pressione media agente sul terreno |
| σ_0 | tensione verticale litostatica 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:

$$k_w = E / [B \cdot c_t \cdot (1 - \nu^2)] = \underline{\underline{14932.2}} \quad \text{kN/m}^3$$

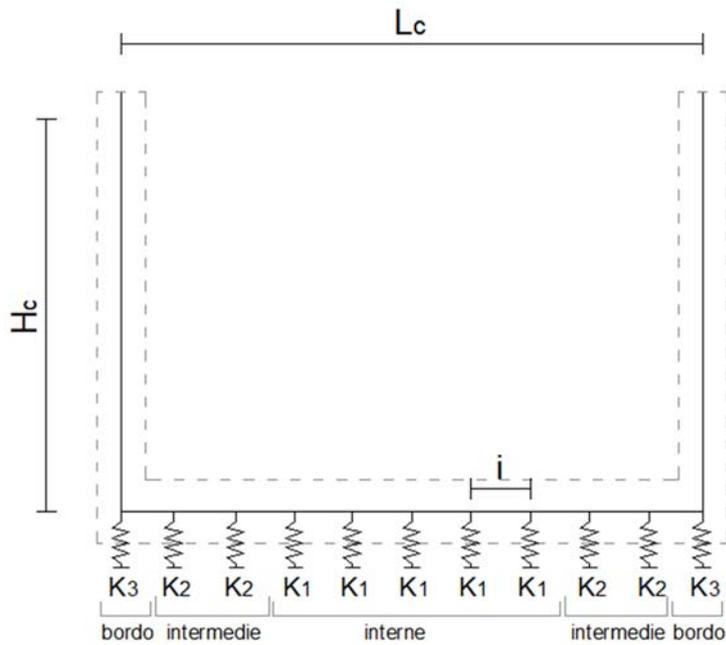
Nel caso in esame:

| | | |
|--|----------------------------|-----|
| lunghezza scatolare | <u>3.60</u> | m |
| larghezza scatolare | <u>3.30</u> | m |
| rapporto | $L/B =$ <u>1.09</u> | m |
| coefficiente di forma | $c_t =$ <u>0.90</u> | - |
| coefficiente di Poisson | $\nu =$ <u>0.30</u> | - |
| Modulo elastico a piccole deformazioni | $E_0 =$ <u>220.00</u> | MPa |
| Modulo elastico fondazioni | $E = E_0/5 =$ <u>44.00</u> | MPa |

Con questo valore si ricavano le costanti elastiche delle singole molle, differenziandole tra interne, intermedie e esterne

| | | |
|--|---|-------------------|
| numero di divisioni elemento fondazione modello FEM | $n =$ <u>12.00</u> | - |
| interasse trasversale di competenza generica molla | i (trasv) = <u>0.275</u> | m |
| interasse longitudinale di competenza generica molla | i (long) = <u>1.00</u> | m |
| - costante di Winkler molle interne | $k_{w,1} = k_w \cdot i =$ <u>4106</u> | kN/m |
| - costante di Winkler molle intermedie | $k_{w,2} = 1.5 \cdot k_w \cdot i =$ <u>6160</u> | kN/m |
| - costante di Winkler molle d'angolo | $k_{w,3} = 2 \cdot k_w \cdot (i/2 + s_p/2) =$ <u>8586</u> | kN/m |
| costante di Winkler orizzontale | $k_{w,h} = 0.5 \cdot k_w =$ <u>7466</u> | kN/m ³ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|------------|------|-----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|-----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>B</td> <td>53 di 133</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 53 di 133 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 53 di 133 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



$$L_c = \underline{\underline{3.30}} \quad \text{m}$$

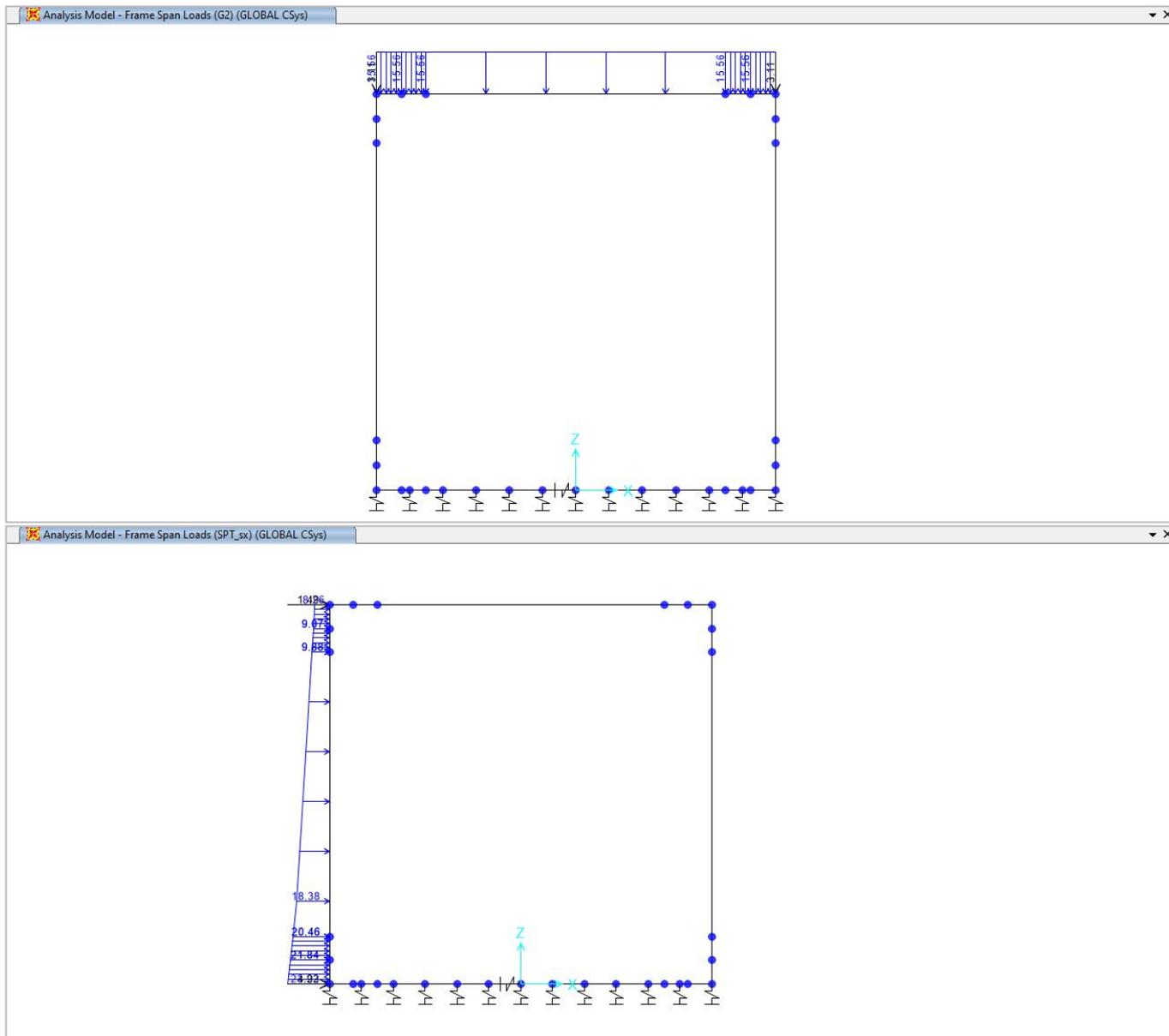
$$H_c = \underline{\underline{1.15}} \quad \text{m}$$

Schematizzazione modello di calcolo F.E.M.

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 54 di 133 |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | |

10 CARICHI ELEMENTARI MODELLI DI CALCOLO

10.1 SCATOLARE



APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV **WEBUILD ITALIA** **PIZZAROTTI**

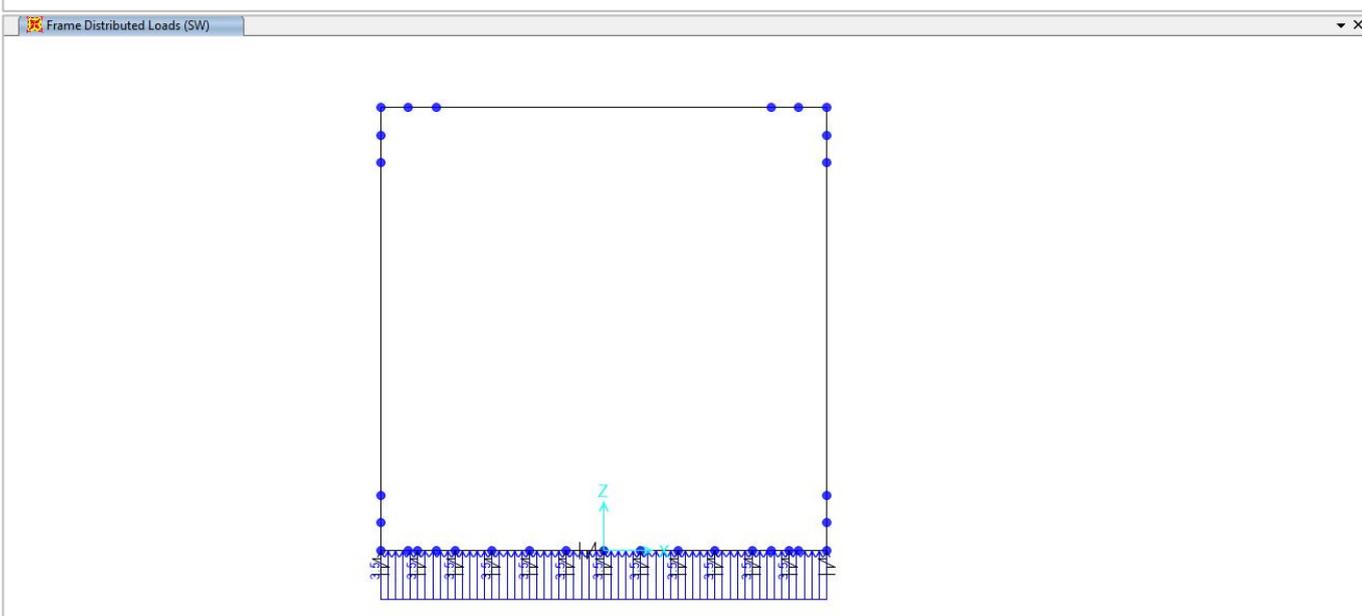
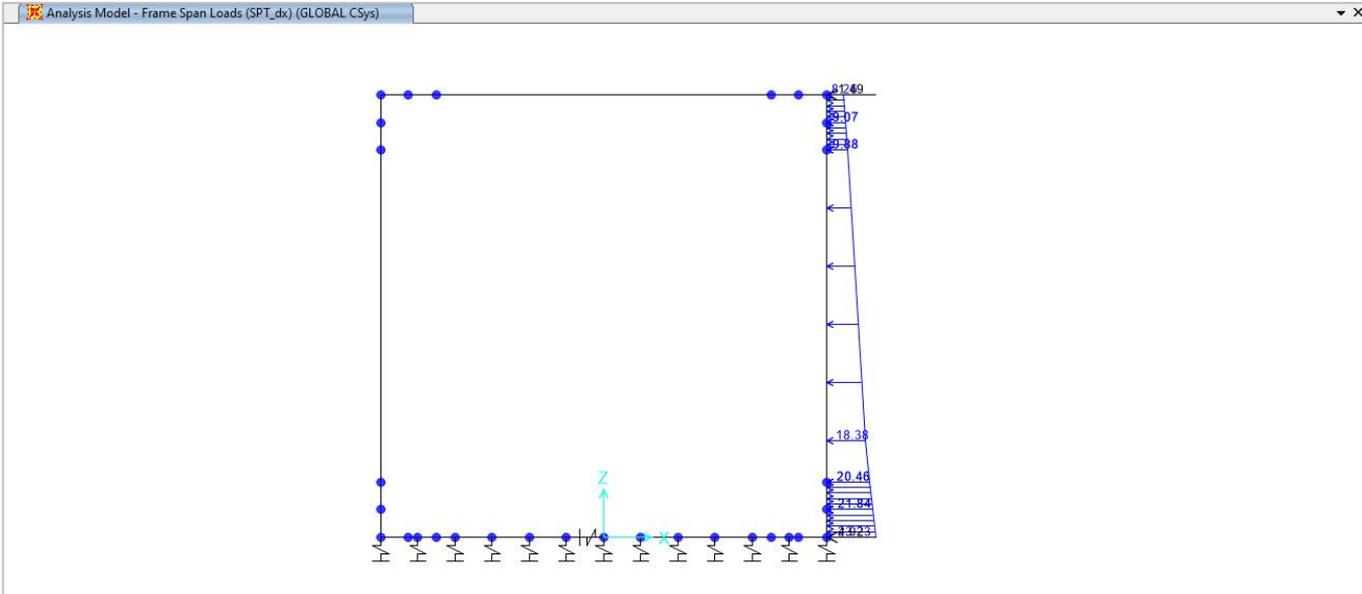
PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING** **PINI**
M-INGEGNERIA **GCF** **ELETTRI-FER**

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 55 di 133 |



APPALTATORE:
Conorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

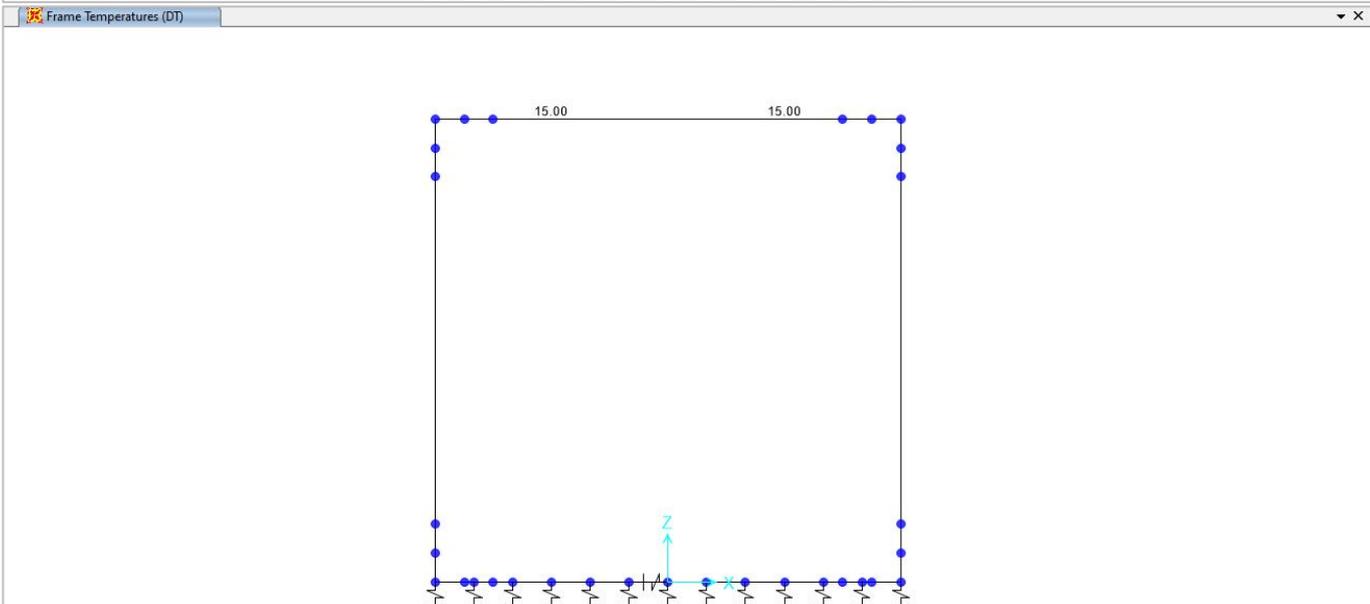
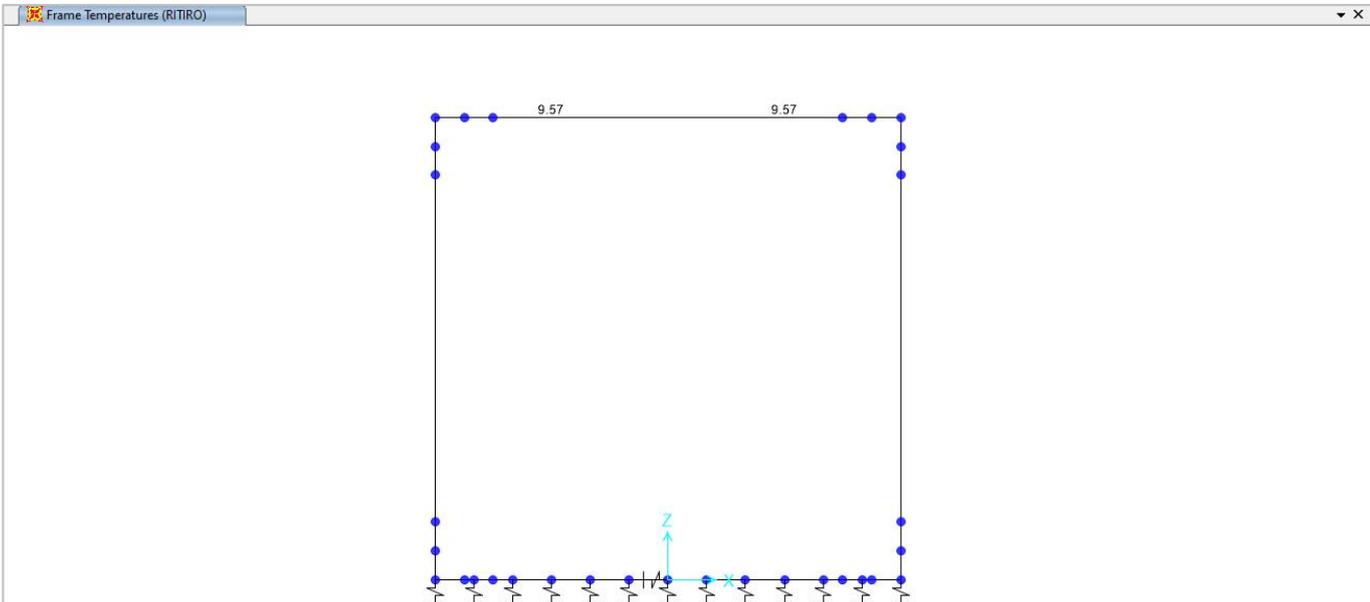
PROGETTAZIONE:
Mandataria Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
GCF ELETTRI-FER
M-INGEGNERIA

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 56 di 133 |



APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV **WEBUILD ITALIA** **PIZZAROTTI**

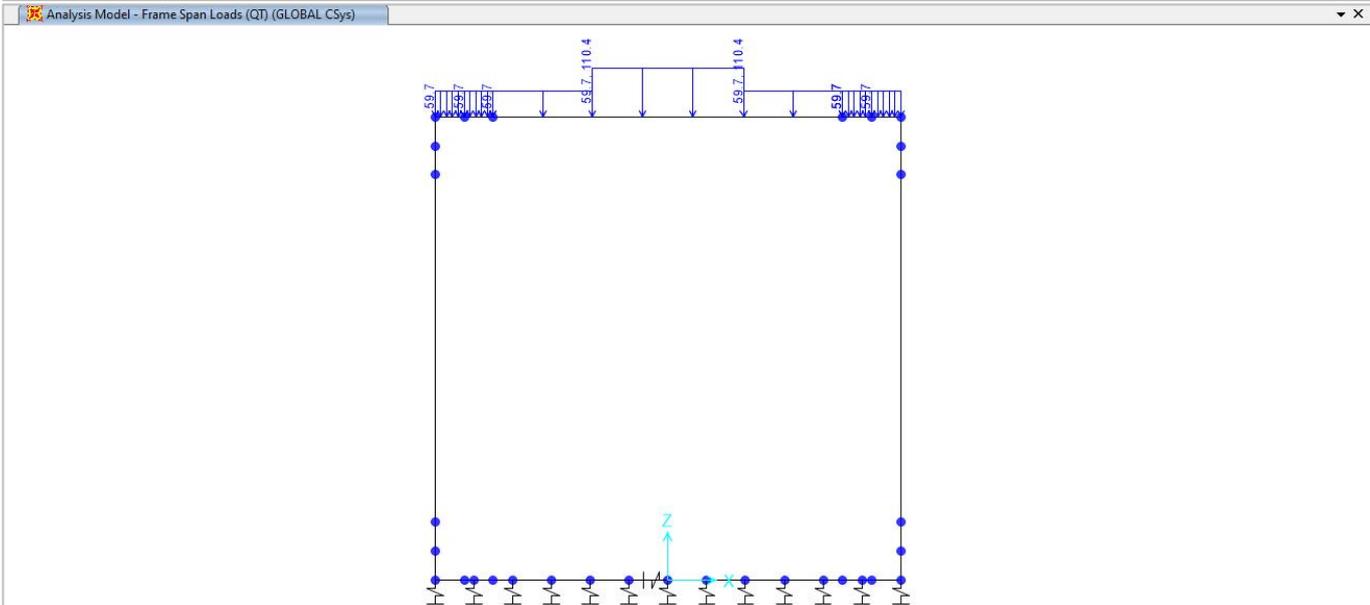
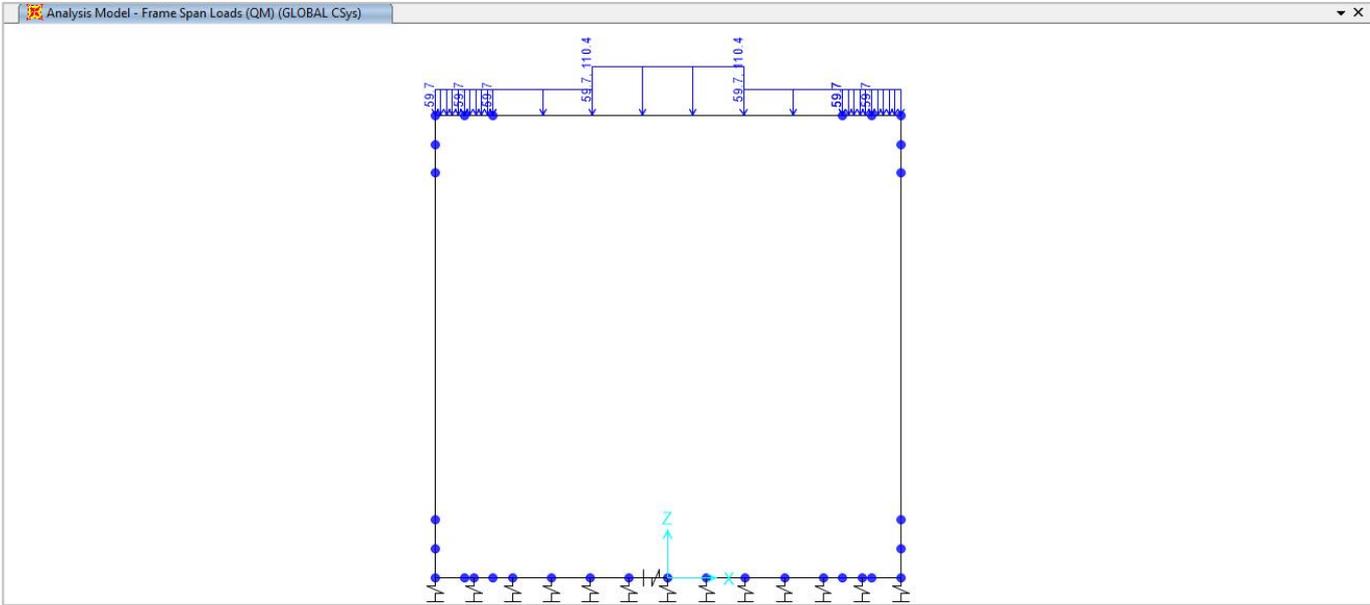
PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING** **PINI**
M-INGEGNERIA **GCF** **ELETTRI-FER**

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 57 di 133 |



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
 GCF ELETTRI-FER

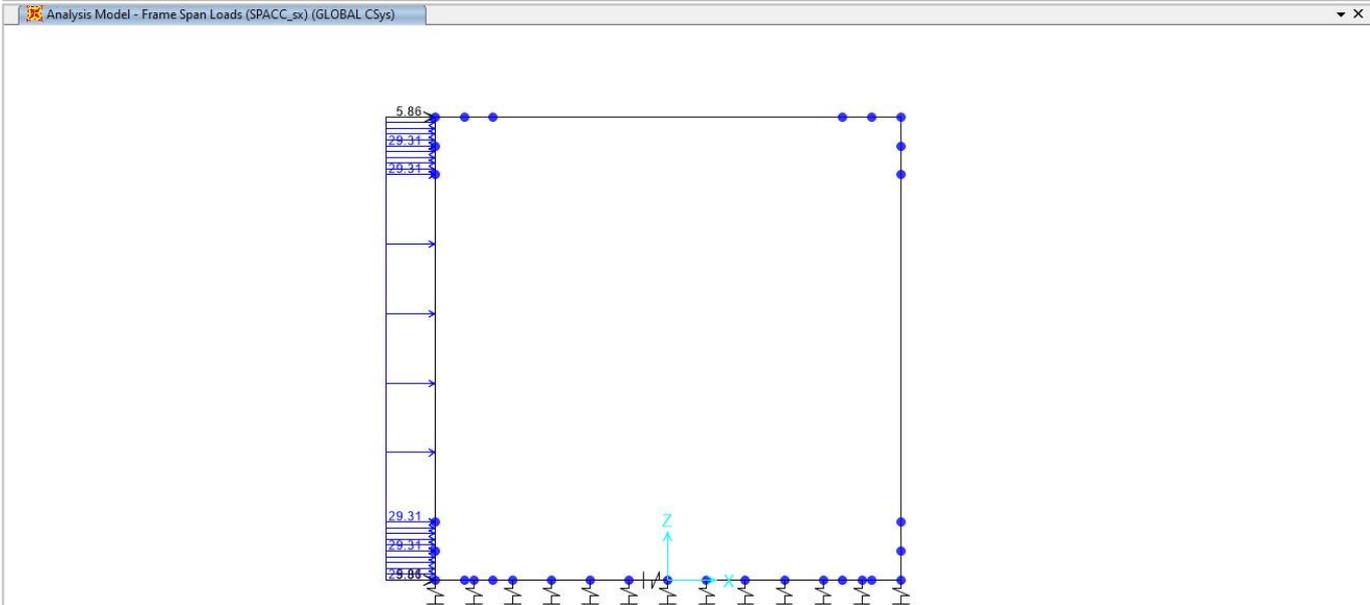
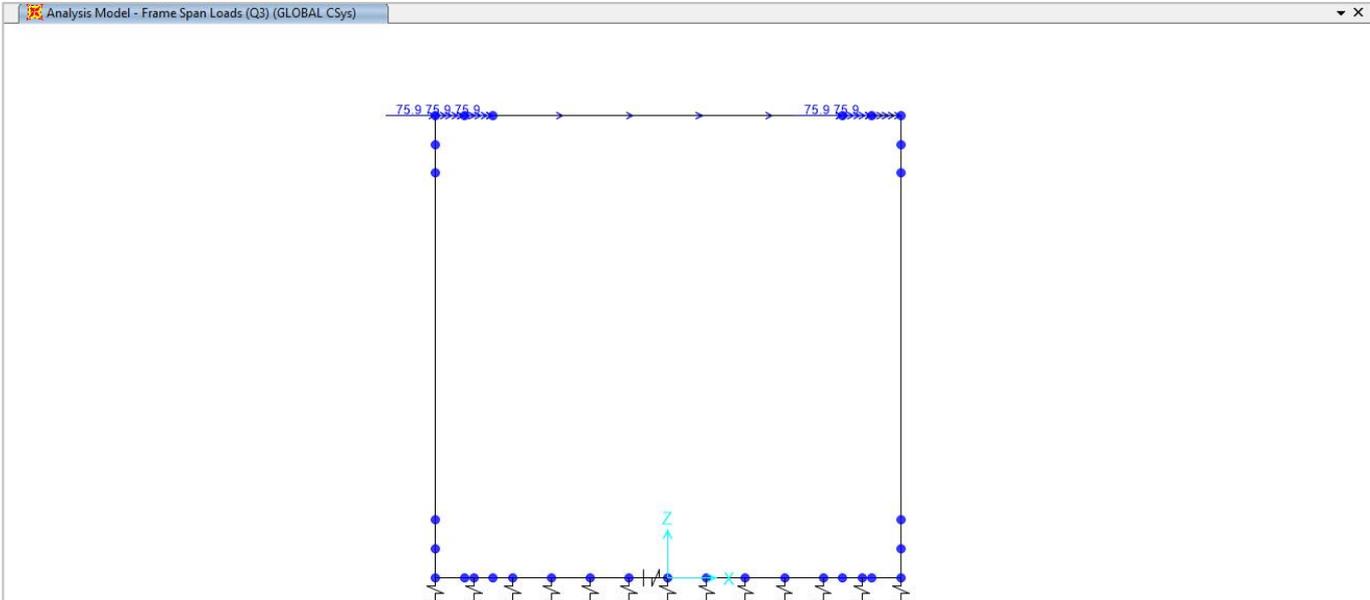
M-INGEGNERIA

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
 II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 58 di 133 |



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
 GCF ELETTRI-FER

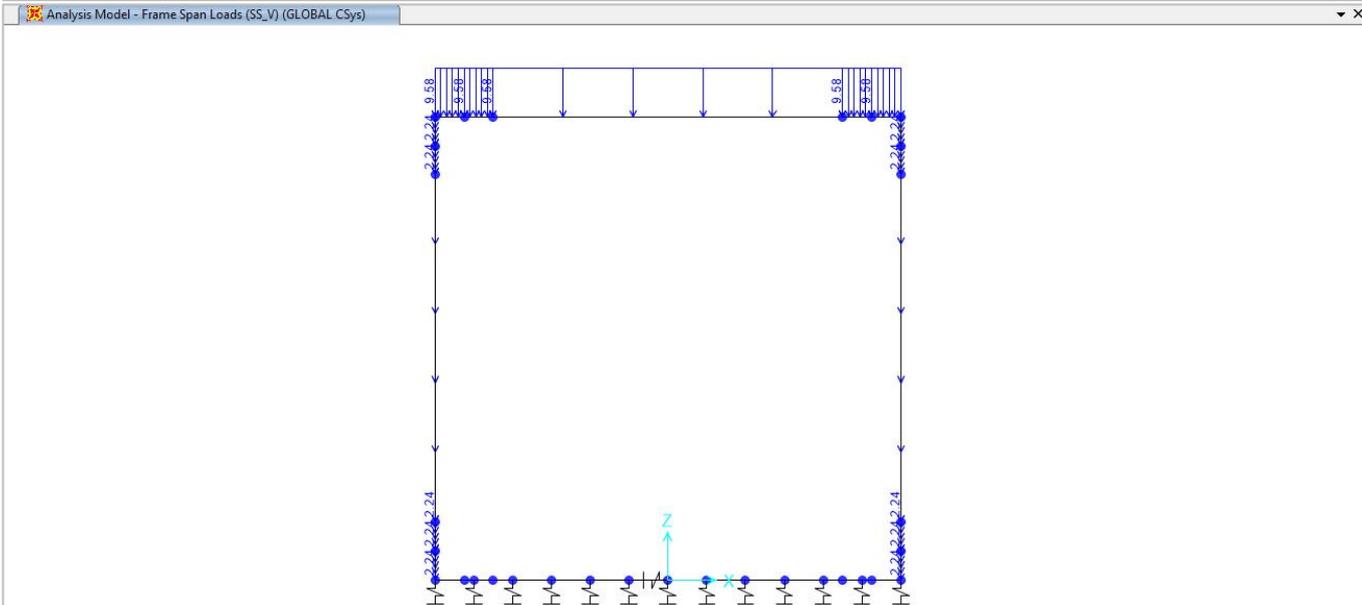
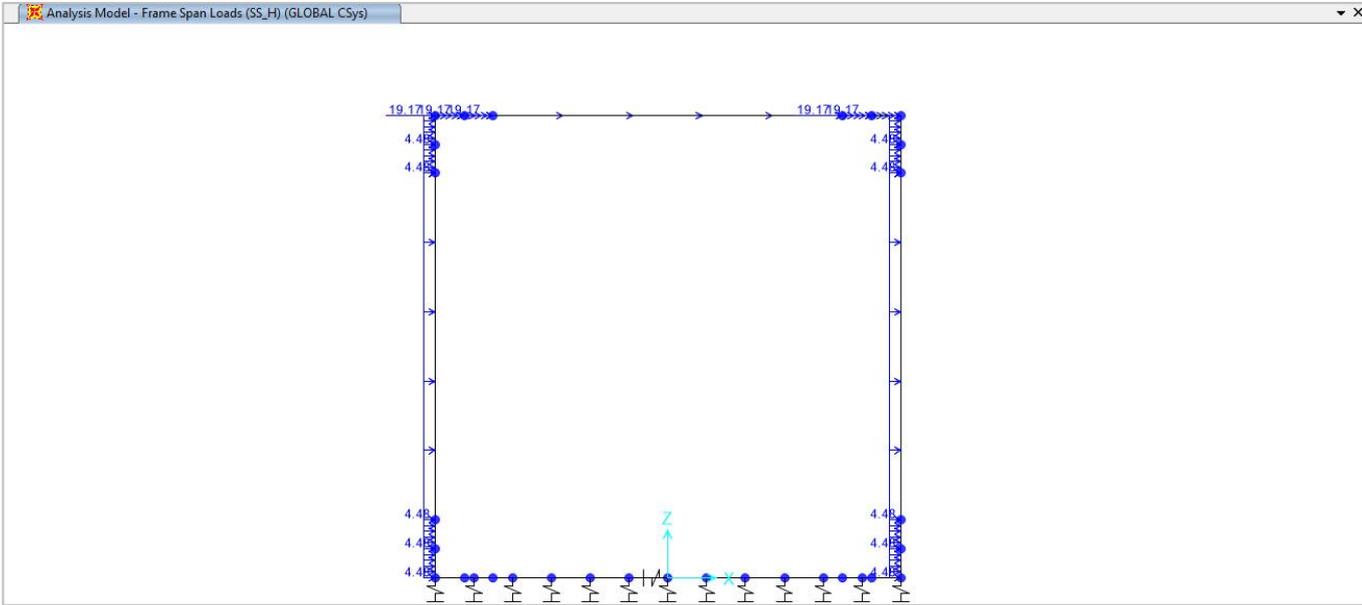
M-INGEGNERIA

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

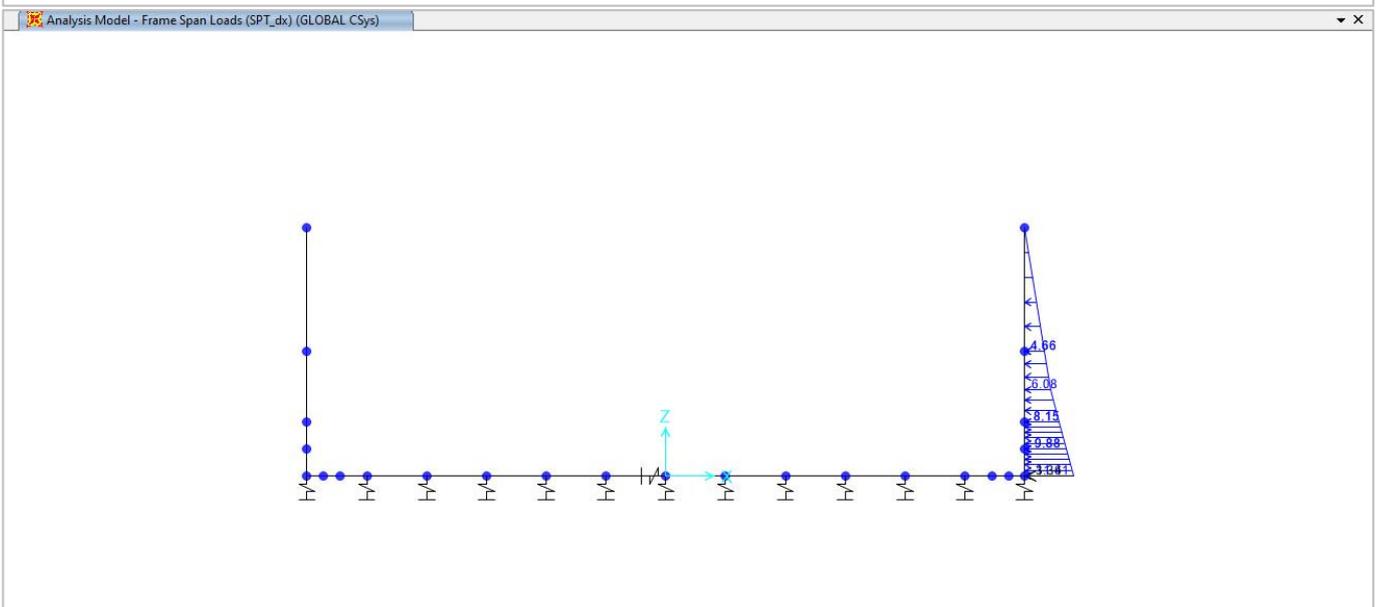
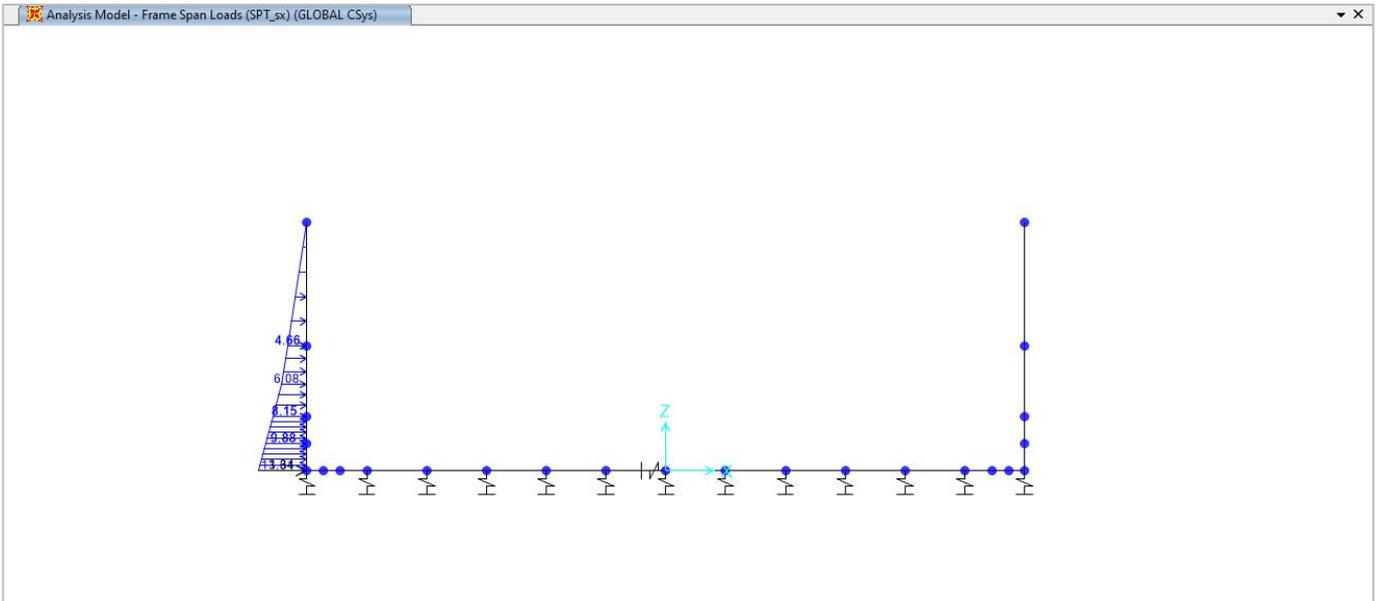
PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 60 di 133 |



| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 61 di 133 |

10.2 MURI AD U



APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV **WEBUILD ITALIA** **PIZZAROTTI**

PROGETTAZIONE:
Mandataria Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING** **PINI**
 GCF **ELETTRI-FER**

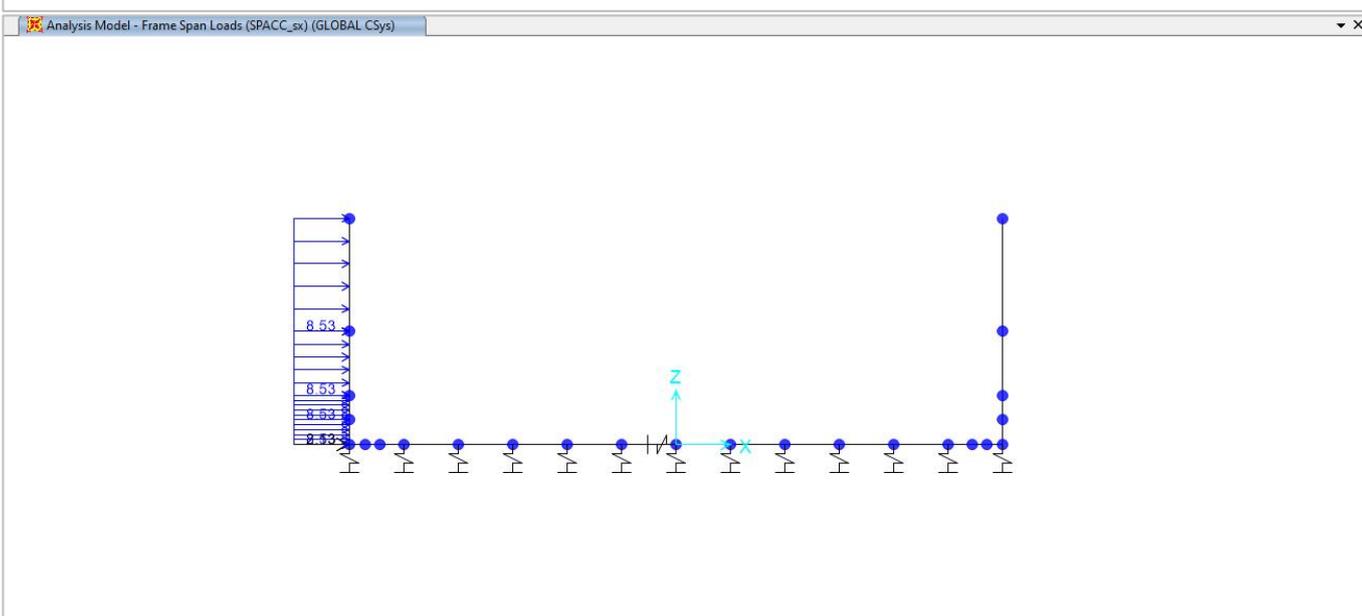
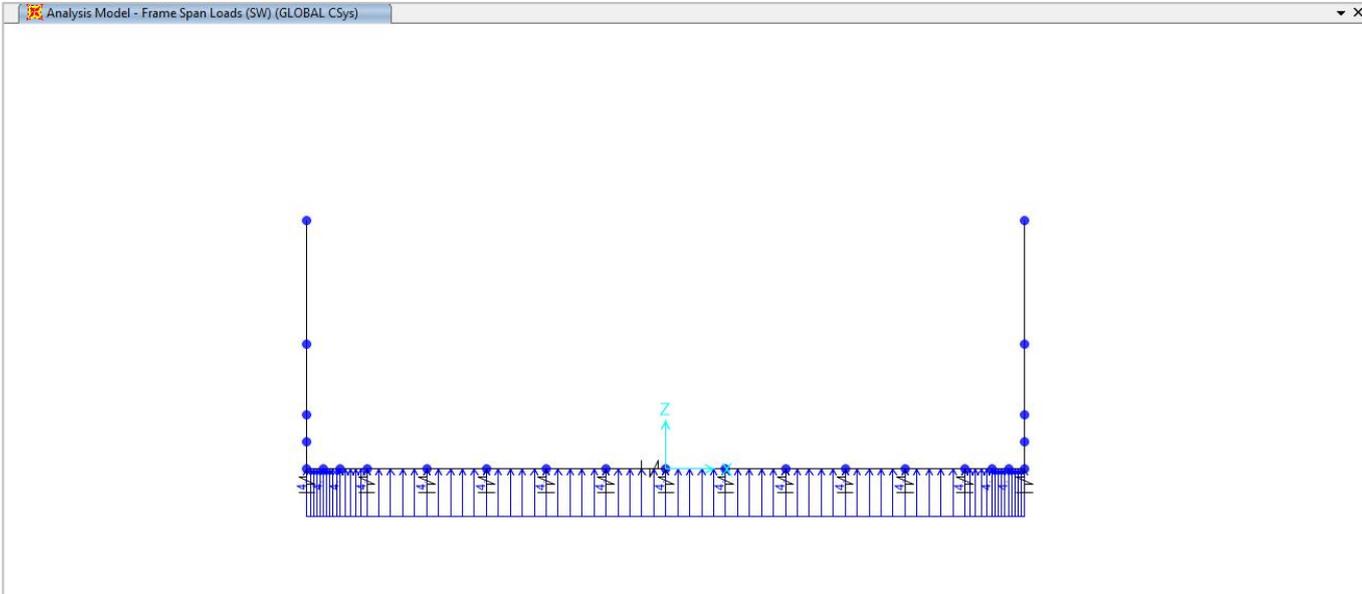
M-INGEGNERIA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 62 di 133 |



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

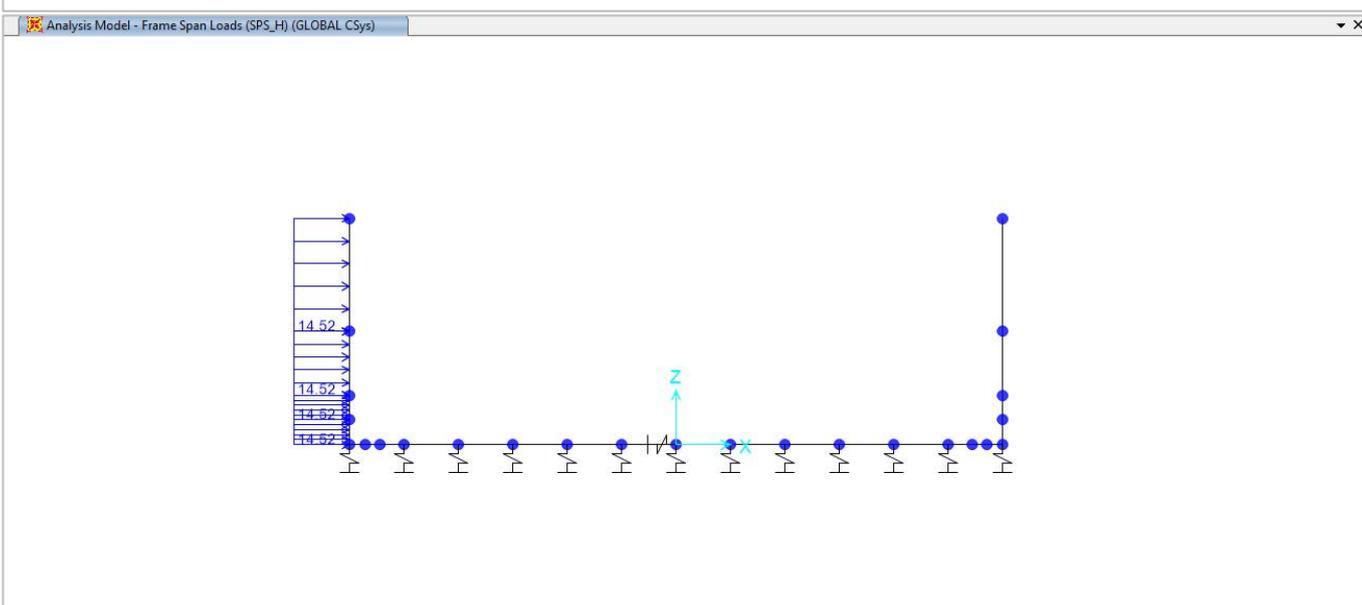
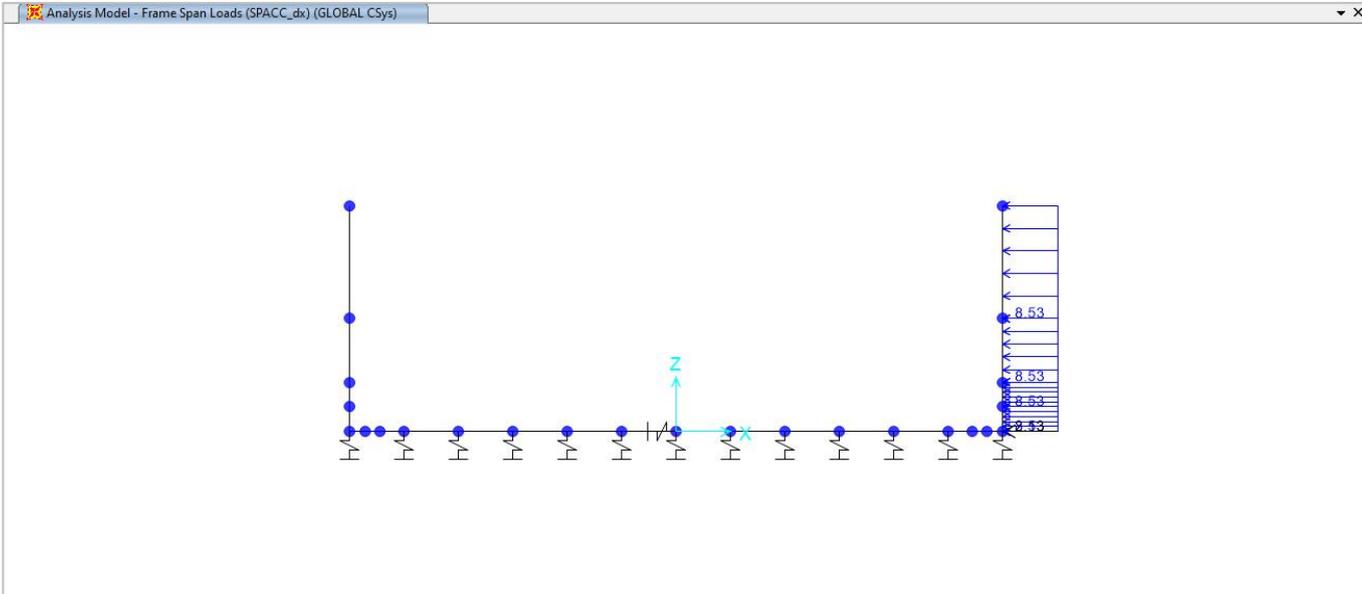
PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
 II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 63 di 133 |



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

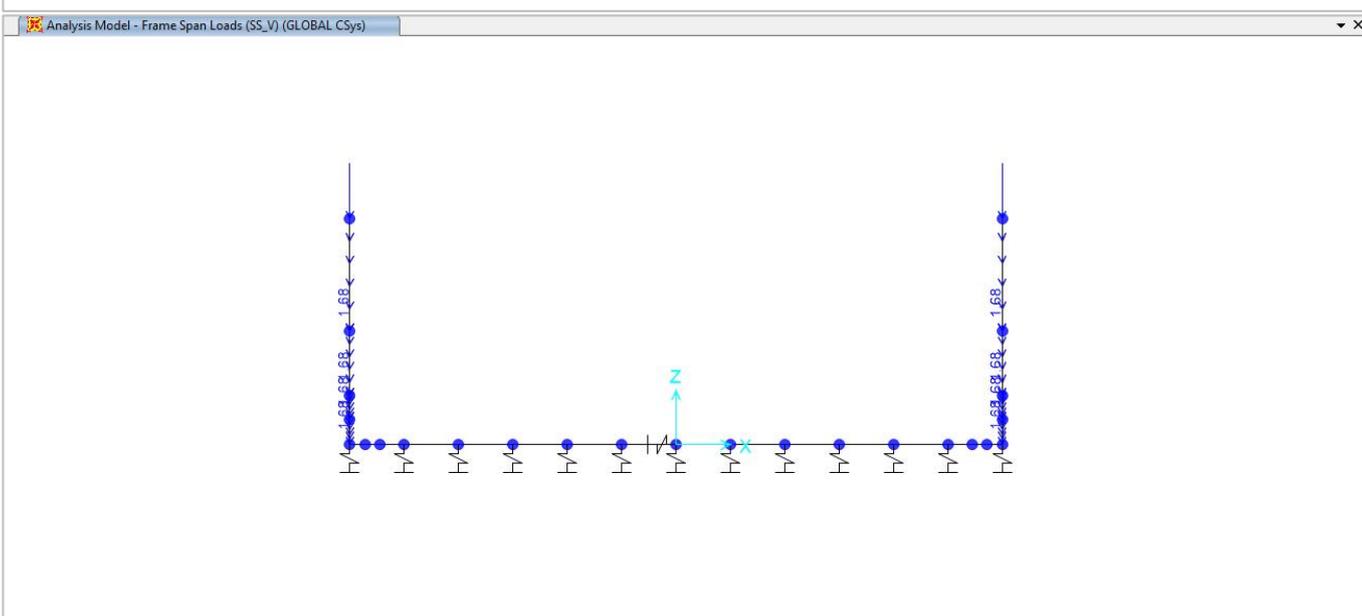
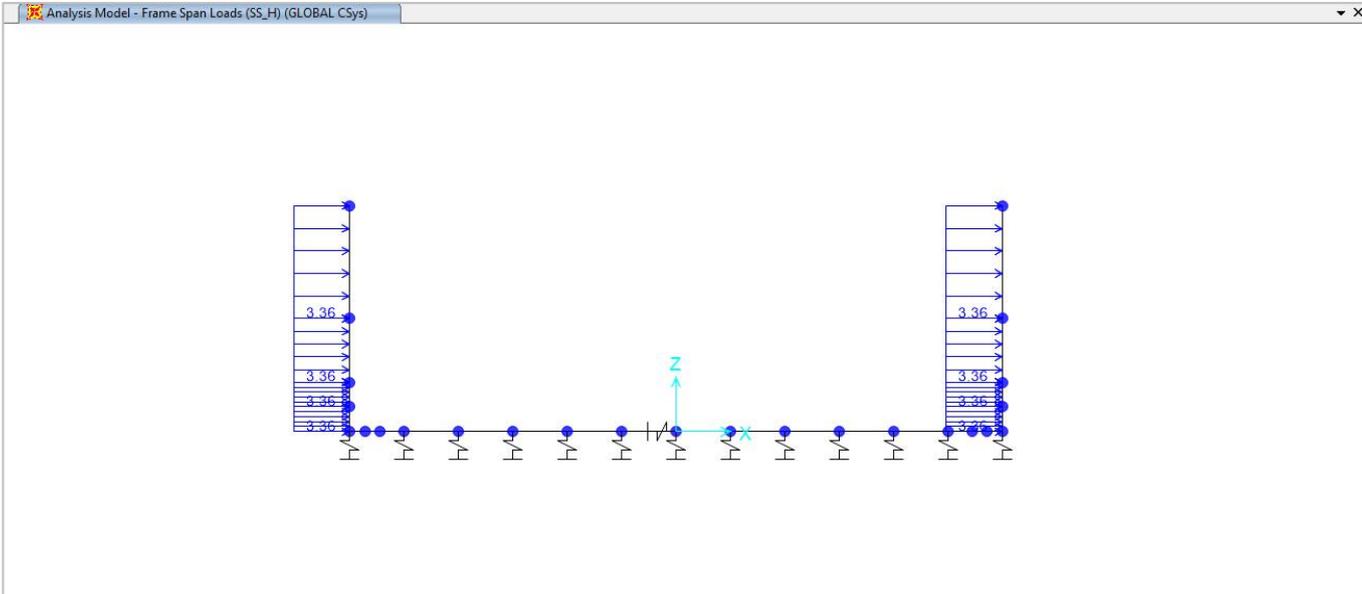
PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
 II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino circolare IN05 - Relazione di **calcolo**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 64 di 133 |



| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 65 di 133 |

11 RISULTATI DELLE ANALISI

11.1 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI - SCATOLARE

Si riportano di seguito i risultati in forma grafica e tabellare per le combinazioni SLU_env, SLV_env e SLE_env, rispettivamente involuppi delle combinazioni statiche, sismiche e di esercizio.

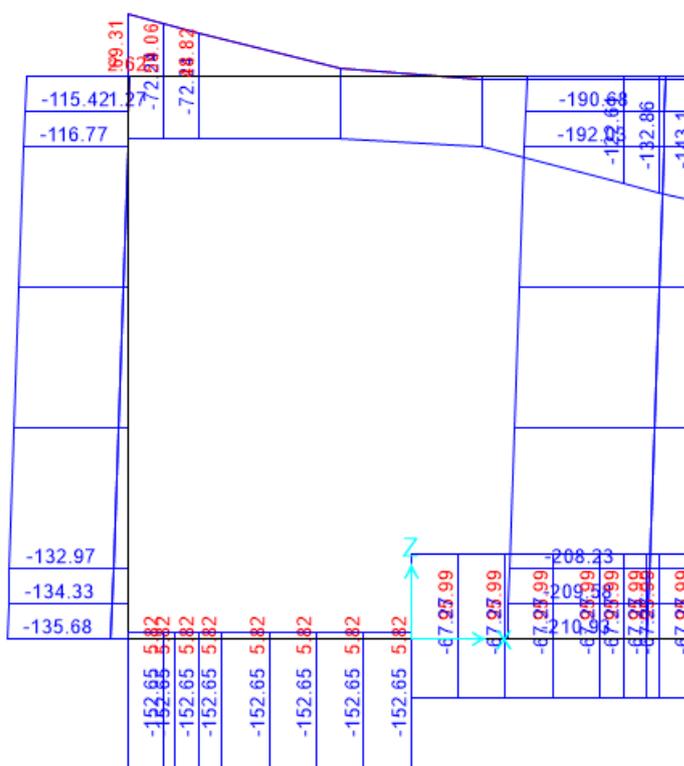


Figura 11.1: involuppo SLU – Sforzo Normale

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 66 di 133 |

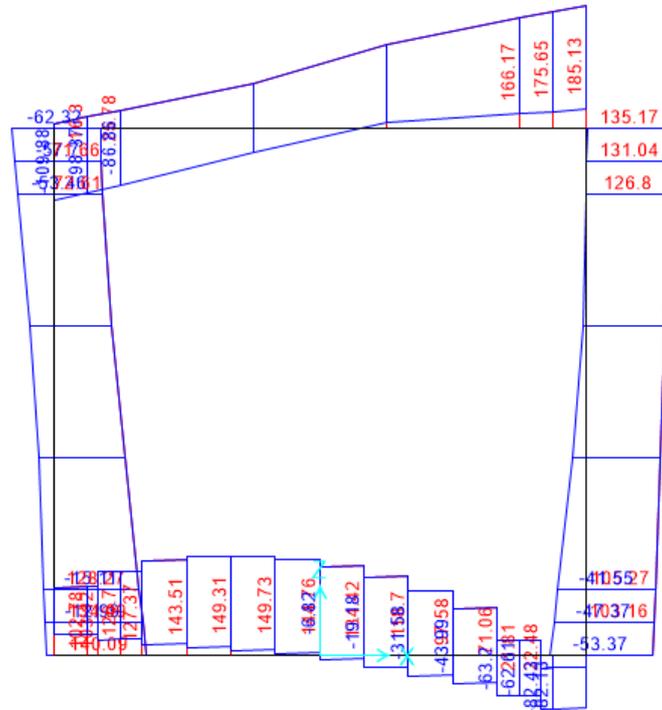


Figura 11.2: inviluppo SLU – Taglio

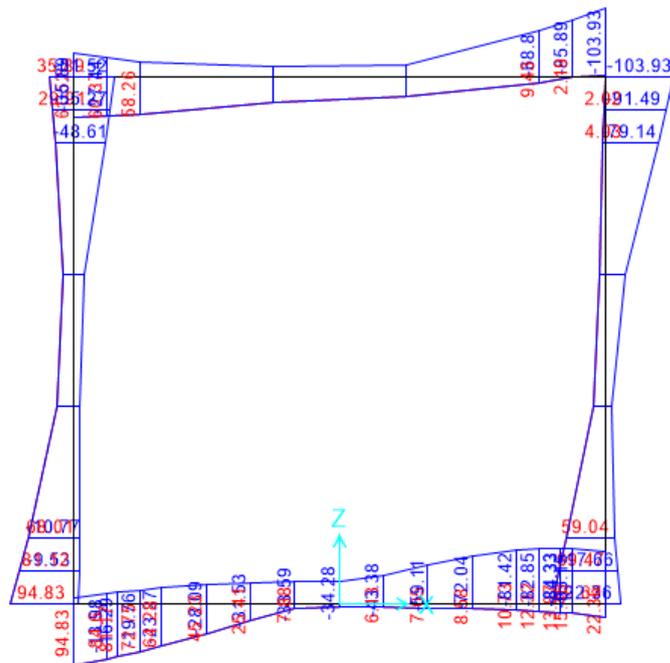


Figura 11.3: inviluppo SLU – Momento flettente

| | | | | | | |
|--|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 67 di 133 |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | |

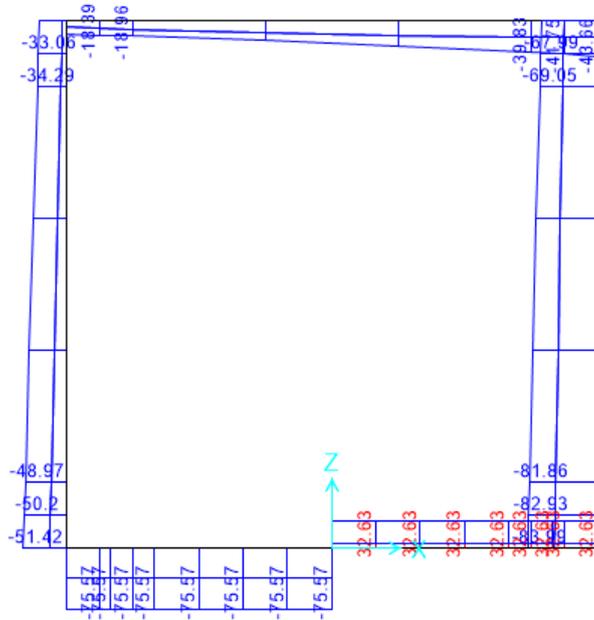


Figura 11.4: involucro SLV- Sforzo Normale

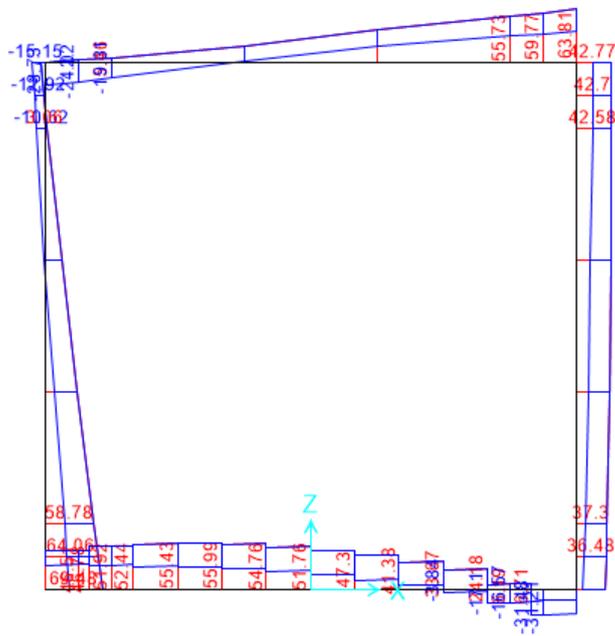


Figura 11.5: involucro SLV – Taglio

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 68 di 133 |

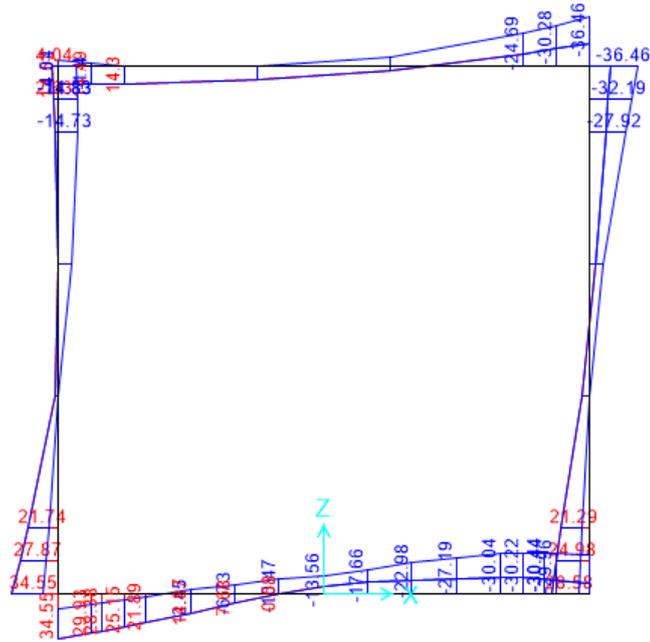


Figura 11.6: involucro SLV – Memento flettente

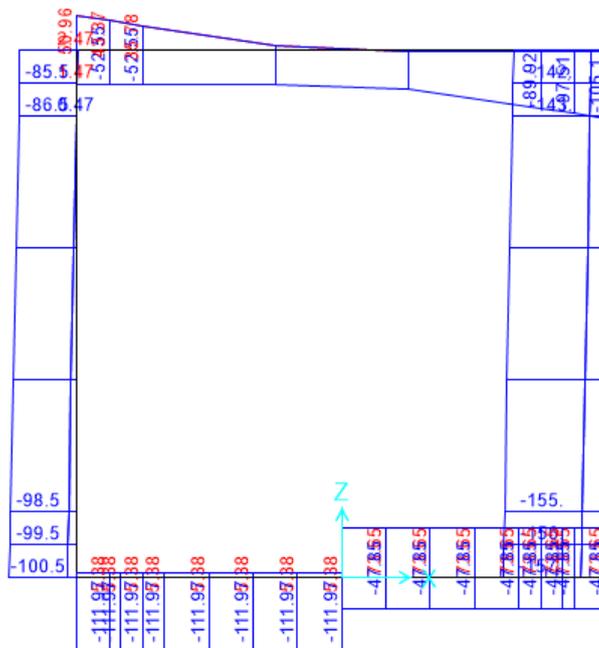


Figura 11.7: involucro SLE– Sforzo Normale

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 69 di 133 |

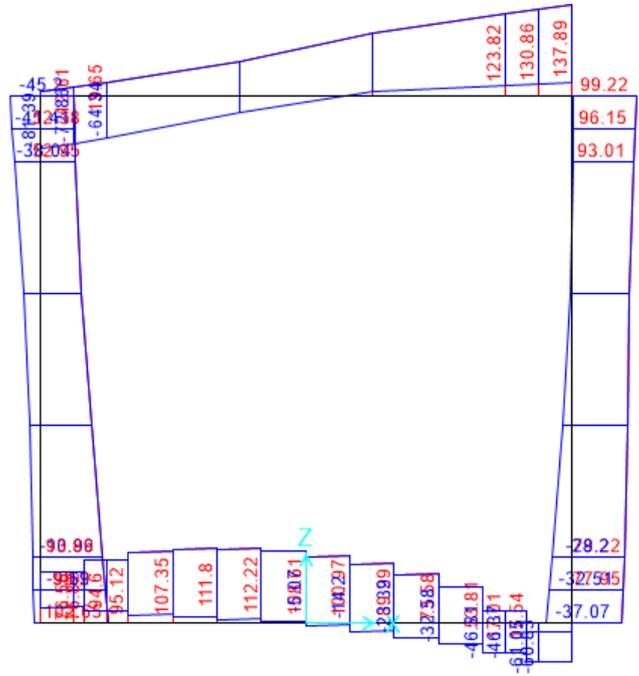


Figura 11.8: involuppo SLE – Taglio

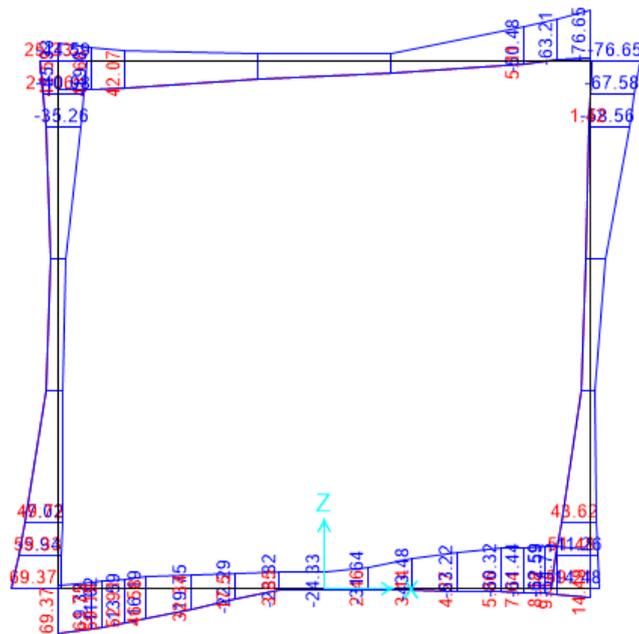


Figura 11.9: involuppo SLE – Momento flettente

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| M-INGEGNERIA PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 70 di 133 |

11.2 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI – MURI AD U

Si riportano di seguito i risultati in forma grafica e tabellare per le combinazioni SLU_env, SLV_env e SLE_env, rispettivamente inviluppi delle combinazioni statiche, sismiche e di esercizio.

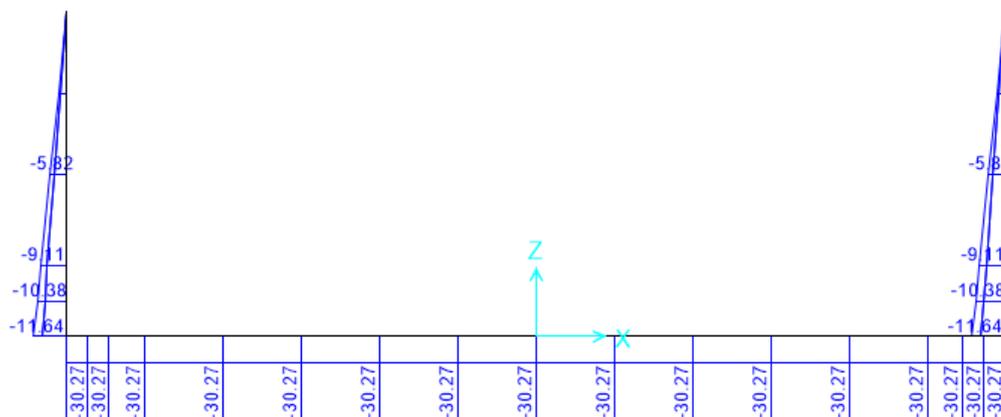


Figura 11.10: inviluppo SLU – Sforzo Normale

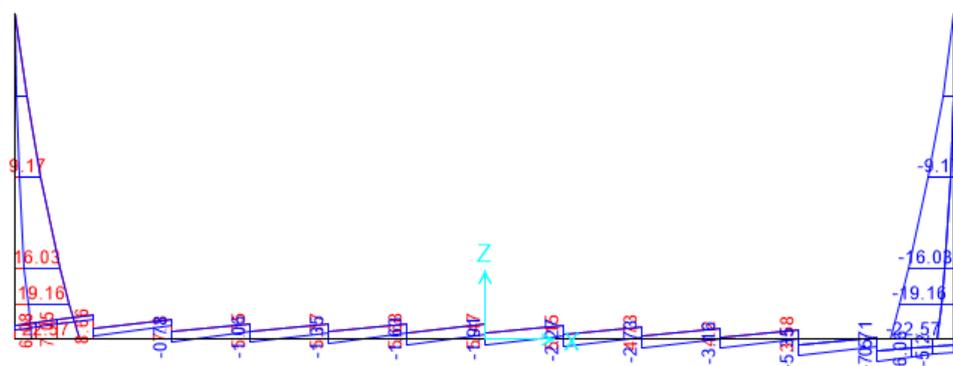


Figura 11.11: inviluppo SLU – Taglio

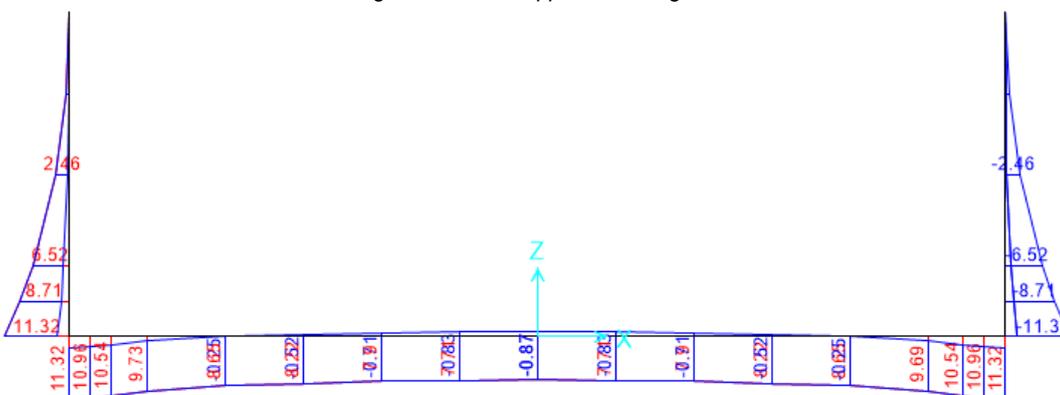


Figura 11.12: inviluppo SLU – Momento flettente

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 71 di 133 |

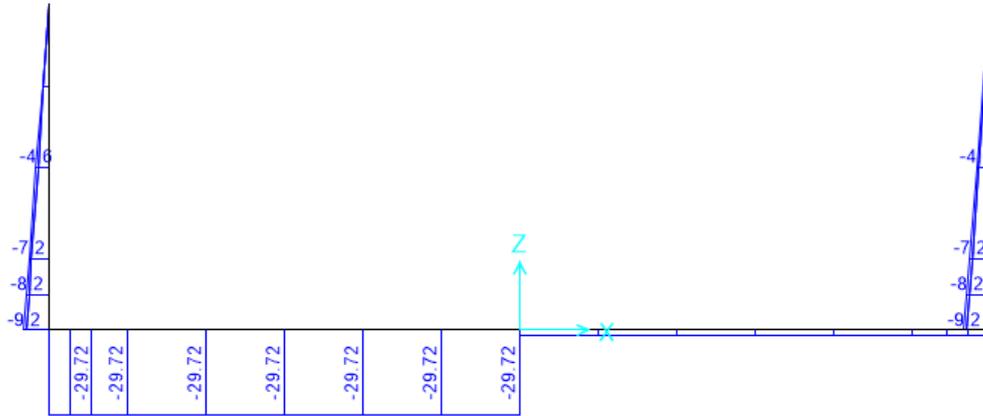


Figura 11.13: involuppo SLV- Sforzo Normale

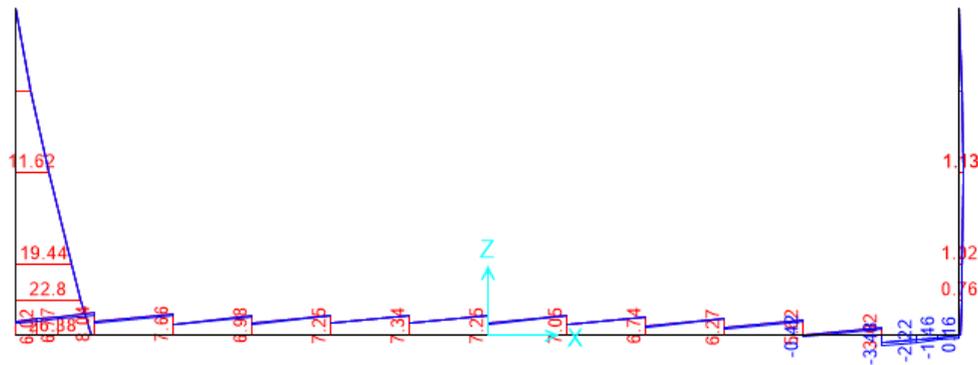


Figura 11.14: involuppo SLV – Taglio

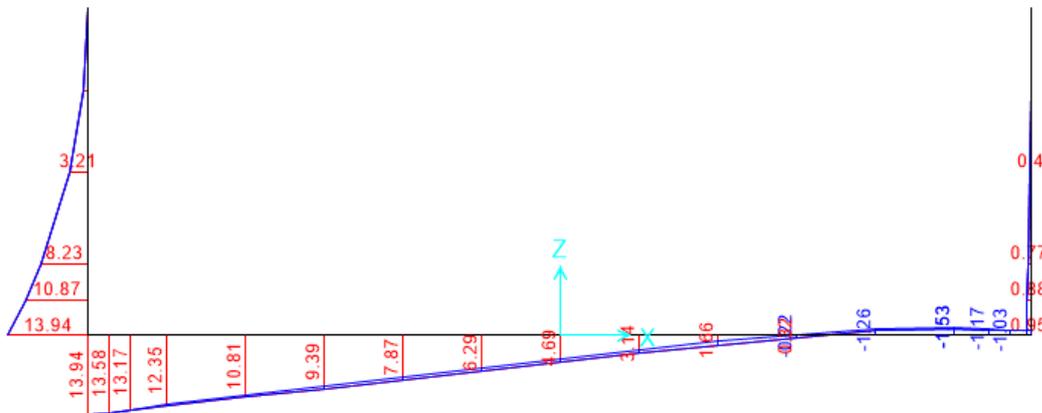


Figura 11.15: involuppo SLV – Momento flettente

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 72 di 133 |

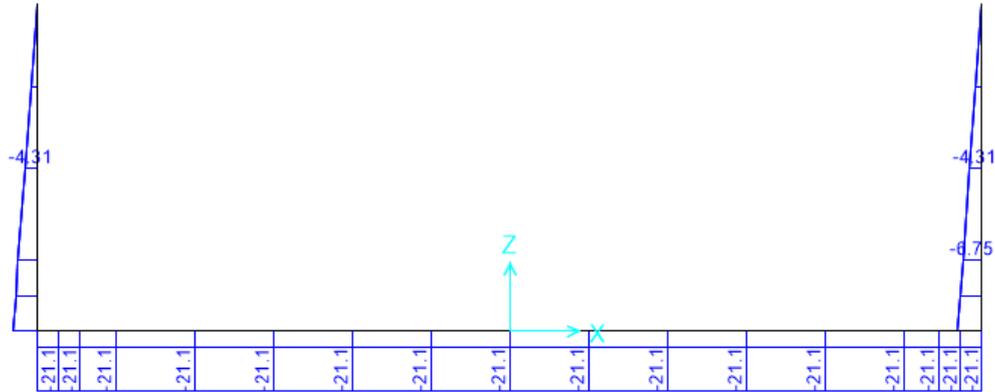


Figura 11.16: involucro SLE– Sforzo Normale

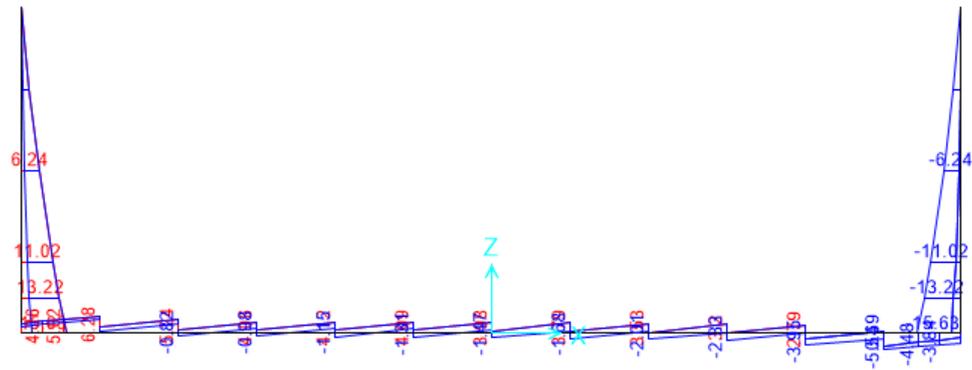


Figura 11.17: involucro SLE – Taglio

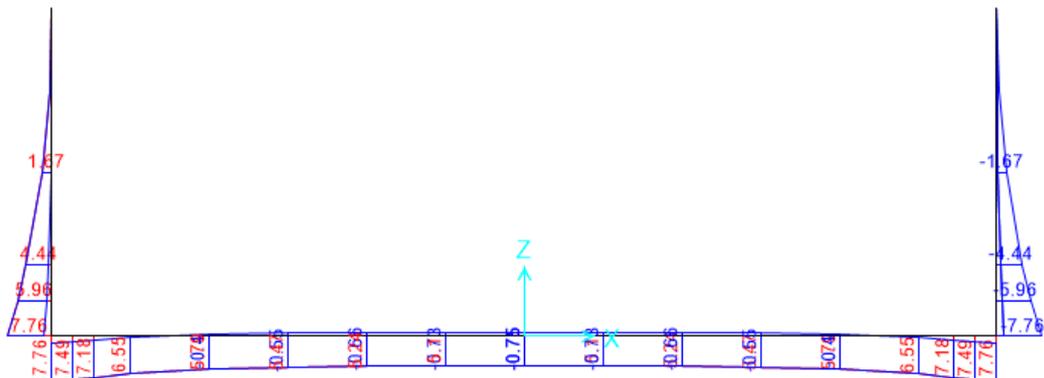


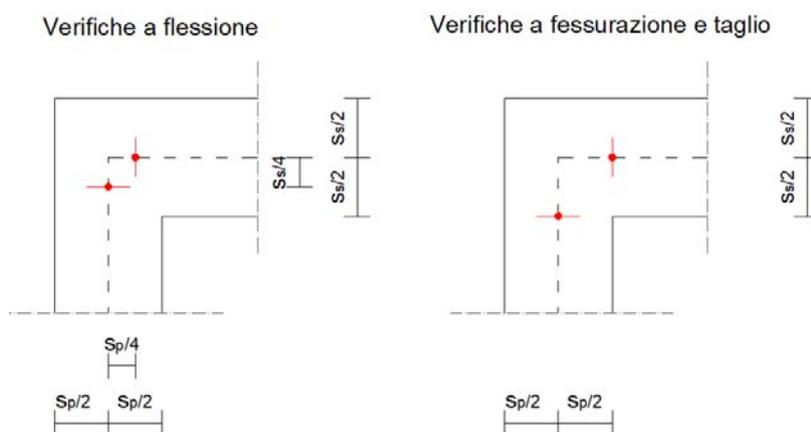
Figura 11.18: involucro SLE – Momento flettente

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 73 di 133 |

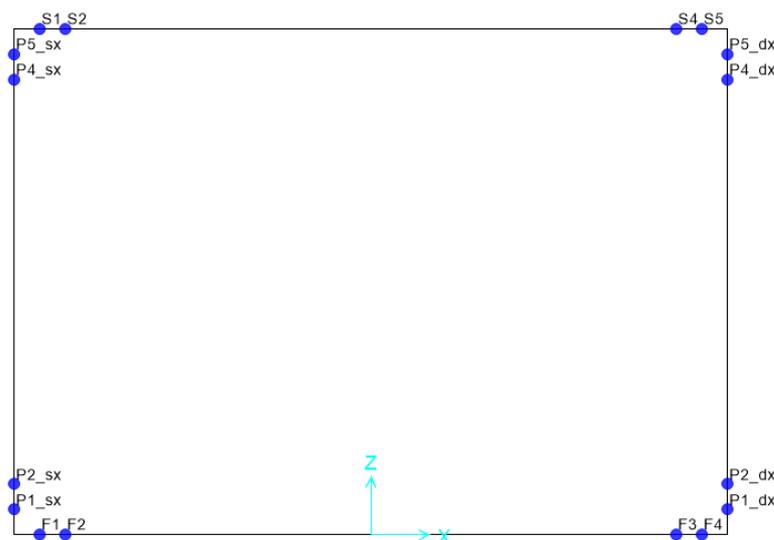
12 VERIFICHE DI SICUREZZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

12.1 CRITERI DI VERIFICA

Nel presente capitolo si conducono le verifiche strutturali in corrispondenza delle sezioni più sollecitate. Con riferimento alle sezioni di incastro, i valori di sollecitazione flettente e tagliante, utilizzati per le verifiche, sono stati valutati come illustrato nel seguente schema:



Nello specifico l'azione flettente in SLU e SLV viene ricavata dal modello numerico in corrispondenza della sezione posta a un quarto dello spessore dall'asse dell'elemento finito, l'azione tagliante e l'azione flettente in SLE vengono invece valutate in corrispondenza della sezione posta a un mezzo dello spessore dall'asse dell'elemento finito. In via conservativa si trascura l'azione assiale nelle verifiche a taglio..



| | | | |
|------------|-----------------------|------------|-------------------------|
| Soletta | $M_{\max} (S_1, S_5)$ | Soletta | $T^+_{\max} (S_2, S_4)$ |
| Piedritti | $M_{\max} (P_1, P_5)$ | Soletta | $T^+_{\max} (P_2, P_4)$ |
| Fondazione | $M_{\max} (F_1, F_4)$ | Fondazione | $T^+_{\max} (F_2, F_3)$ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|------------|------|-----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|-----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>B</td> <td>74 di 133</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 74 di 133 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 74 di 133 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Le verifiche a fessurazione vengono condotte secondo quanto indicato al Capitolo 3. Si riportano di seguito le condizioni di verifica.

- Combinazione di verifica: SLE rara
- Condizioni ambientali: aggressive
- Limite apertura fessure: $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

In via cautelativa le sollecitazioni impiegate nelle verifiche agli SLE sono calcolate in combinazione RARA (più gravose delle sollecitazioni Q.P.). Tuttavia, nelle verifiche tensionali è stato considerato il valore più cautelativo tra i limiti tensionali previsti nel Manuale di RFI cod. DTCSICSMAIFS001A per le combinazioni allo SLE Rara e Q.P (cfr. Capitolo 3.1). Nello specifico, il limite tensionale considerato è pari a $0.40f_{ck}$ (relativo alla combinazione Q.P.), anziché $0.55f_{ck}$ (relativo alla combinazione Rara).

Le verifiche, a vantaggio di sicurezza, sono pertanto condotte considerando le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni SLE rara utilizzando, tuttavia, il limite tensionale più restrittivo relativo alle combinazioni SLE Q.P.

La modellazione strutturale FEM, come di consuetudine per la tipologia di opera in esame, prevede una unica molla orizzontale posta in corrispondenza del baricentro della fondazione; gli sforzi di trazione risultano, pertanto, non rappresentativi del reale comportamento dell'opera e per tale ragione non sono stati portati in conto nelle verifiche di sicurezza strutturale.

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 75 di 133 |

12.2 SOLLECITAZIONI DI VERIFICA - SCATOLARE

Si riportano di seguito le tabelle con l'indicazione delle sollecitazioni più gravose per ciascun elemento (soletta superiore, piedritti e soletta inferiore) considerate per le verifiche di sicurezza, analizzando una sezione che rappresenti la parte centrale e una che rappresenti la parte esterna (due nel caso dei piedritti, in cui si studiano l'estemità di testa e quella di piede). Le tabelle sono ottenute massimizzando, rispettivamente, momenti flettenti e azioni assiali nelle diverse sezioni studiate. Anche per le verifiche a taglio sono stati considerati i tagli massimi in corrispondenza delle diverse sezioni.

Negli elementi orizzontali (solette superiori e fondazioni), a favore di sicurezza, si trascurano le azioni assiali nella verifica delle sezioni.

Le convenzioni di segno adottate sono le seguenti: l'azione flettente è negativa se tende le fibre esterne del tombino, l'azione tagliante è riportata in valore assoluto, l'azione assiale è negativa se di compressione.

- **Soletta superiore**

Sezione centrale

| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 2 | 0.60 | SLU_22 | Combination | 67 | 40 |
| M min SLU/SLV | 2 | 1.00 | SLU_42 | Combination | 21 | -17 |
| V max SLU/SLV | 2 | 1.00 | SLU_19 | Combination | 125 | -10 |
| M max SLE | 2 | 0.60 | SLE_22 | Combination | 50 | 29 |
| M min SLE | 2 | 1.00 | SLE_42 | Combination | 16 | -11 |

Sezione laterale

| Laterale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 2 | 0.10 | SLU_22 | Combination | 16 | 60 |
| M min SLU/SLV | 2 | 1.50 | SLU_19 | Combination | 176 | -86 |
| V max SLU/SLV | 2 | 1.40 | SLU_19 | Combination | 166 | -69 |
| M max SLE | 2 | 0.20 | SLE_22 | Combination | 20 | 42 |
| M min SLE | 2 | 1.40 | SLE_19 | Combination | 124 | -50 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 76 di 133 |

- **Piedritti**

Sezione centrale

| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 3 | 1.00 | SLU_19 | Combination | -197 | 118 | 31 |
| M min SLU/SLV | 3 | 0.60 | SLU_18 | Combination | -189 | 89 | -18 |
| N max SLU/SLV | 1 | 1.00 | SLU_19 | Combination | -5 | 72 | -15 |
| N min SLU/SLV | 3 | 0.60 | SLU_19 | Combination | -203 | 113 | -15 |
| V max SLU/SLV | 3 | 1.00 | SLU_19 | Combination | -197 | 118 | 31 |
| M max SLE | 3 | 1.00 | SLE_19 | Combination | -147 | 87 | 23 |
| M min SLE | 3 | 0.60 | SLE_18 | Combination | -140 | 65 | -13 |
| N max SLE | 1 | 1.00 | SLE_19 | Combination | -4 | 55 | -11 |
| N min SLE | 3 | 0.60 | SLE_19 | Combination | -151 | 84 | -11 |

Sezione di testa

| Testa | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 3 | 1.50 | SLU_19 | Combination | -191 | 124 | 91 |
| M min SLU/SLV | 1 | 1.50 | SLU_22 | Combination | 1 | 65 | -55 |
| N max SLU/SLV | 1 | 1.50 | SLU_19 | Combination | 1 | 50 | -45 |
| N min SLU/SLV | 3 | 1.50 | SLU_19 | Combination | -191 | 124 | 91 |
| V max SLU/SLV | 3 | 1.4 | SLU_18 | Combination | -178 | 127 | 69 |
| M max SLE | 3 | 1.40 | SLE_19 | Combination | -143 | 90 | 59 |
| M min SLE | 1 | 1.40 | SLE_22 | Combination | 0 | 50 | -35 |
| N max SLE | 1 | 1.40 | SLE_19 | Combination | 0 | 42 | -30 |
| N min SLE | 3 | 1.40 | SLE_19 | Combination | -143 | 90 | 59 |

| | |
|--|---|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |

Sezione di piede

| Piede | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 1 | 0.10 | SLU_22 | Combination | -18 | 134 | 81 |
| M min SLU/SLV | 3 | 0.10 | SLU_19 | Combination | -210 | 103 | -69 |
| N max SLU/SLV | 1 | 0.10 | SLU_19 | Combination | -18 | 119 | 71 |
| N min SLU/SLV | 3 | 0.10 | SLU_19 | Combination | -210 | 103 | -69 |
| V max SLU/SLV | 1 | 0.2 | SLU_22 | Combination | -16 | 128 | 68 |
| M max SLE | 1 | 0.20 | SLE_22 | Combination | -12 | 94 | 50 |
| M min SLE | 3 | 0.20 | SLE_19 | Combination | -155 | 79 | -44 |
| N max SLE | 1 | 0.20 | SLE_19 | Combination | -12 | 86 | 45 |
| N min SLE | 3 | 0.20 | SLE_19 | Combination | -155 | 79 | -44 |

- Soletta di fondazione

Sezione centrale

| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 6 | 0.13333 | SLU_22 | Combination | -153 | 144 | 45 |
| M min SLU/SLV | 12 | 0.13333 | SLU_19 | Combination | 96 | 98 | -72 |
| V max SLU/SLV | 8 | 0.13333 | SLU_22 | Combination | -153 | 150 | 6 |
| M max SLE | 6 | 0.13333 | SLE_22 | Combination | -112 | 107 | 32 |
| M min SLE | 12 | 0.13333 | SLE_19 | Combination | 74 | 74 | -53 |

Sezione laterale

| Laterale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 4 | 0.1 | SLU_22 | Combination | -153 | 103 | 85 |
| M min SLU/SLV | 15 | 0.03333 | SLU_19 | Combination | 96 | -35 | -83 |
| V max SLU/SLV | 5 | 0.06667 | SLU_22 | Combination | -153 | 127 | 73 |
| M max SLE | 5 | 0.06667 | SLE_22 | Combination | -112 | 95 | 53 |
| M min SLE | 14 | 0.06667 | SLE_19 | Combination | 74 | 17 | -61 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 78 di 133 |

12.3 SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – MURI AD U

- Soletta di Fondazione

Sezione centrale

| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|--------|----------|-----------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 4 | 0.275 | SLV_02 | Combination | -29.72 | 7 | 11 |
| M min SLU/SLV | 12 | 0.275 | SLV_01 | Combination | -1.63 | 5 | -1 |
| V max SLU/SLV | 7 | 0.275 | SLV_01 | Combination | -29.72 | 7 | 6 |
| M max SLE | 4 | 0.275 | SLE_02 | Combination | -21.10 | 4 | 6 |
| M min SLE | 8 | 0.275 | SLE_01 | Combination | -5.50 | 1 | -1 |

Sezione laterale

| Laterale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|--------|----------|-----------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 3 | 0.075 | SLV_02 | Combination | -29.72 | 5 | 14 |
| M min SLU/SLV | 14 | 0.2 | SLV_01 | Combination | -1.63 | -1 | -1 |
| V max SLU/SLV | 3 | 0.15 | SLU_03 | Combination | -30.27 | 7 | 10 |
| M max SLE | 3 | 0.15 | SLE_02 | Combination | -21.10 | 4 | 7 |
| M min SLE | 3 | 0.15 | SLE_01 | Combination | -5.50 | 4 | 1 |

- Piedritto

Sezione al piede

| Piede | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 1 | 0.13 | SLV_01 | Combination | -8 | 23 | 11 |
| M min SLU/SLV | 2 | 0.13 | SLV_01 | Combination | -8 | 1 | -1 |
| N max SLU/SLV | 1 | 0.13 | SLV_02 | Combination | -7 | 23 | 11 |
| N min SLU/SLV | 1 | 0.13 | SLU_01 | Combination | -10 | 4 | 1 |
| V max SLU/SLV | 1 | 0.25 | SLV_01 | Combination | -7 | 19 | 8 |
| M max SLE | 1 | 0.25 | SLE_02 | Combination | -7 | 11 | 4 |
| M min SLE | 1 | 0.25 | SLE_01 | Combination | -7 | 2 | 1 |
| N max SLE | 1 | 0.25 | SLE_01 | Combination | -7 | 2 | 1 |
| N min SLE | 1 | 0.25 | SLE_01 | Combination | -7 | 2 | 1 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 79 di 133 |

12.4 VERIFICHE – SCATOLARE

Si riportano di seguito le verifiche di sicurezza dei componenti strutturali. Il quantitativo di armatura minima di progetto in zona tesa rispetta i requisiti imposti dalle NTC2018.

Caratteristiche geometriche IN05 - scatolare

| | Soletta | Fondazione | Piedritti | |
|--|-------------------------|------------|-----------|----|
| Base della sezione | b = 100.00 | 100.00 | 100.00 | cm |
| Altezza della sezione | h = 40.00 | 40.00 | 40.00 | cm |
| Copriferro min in asse barre longitudinali | c _{min} = 8.20 | 8.20 | 8.20 | cm |
| Altezza utile della sezione | d = 31.80 | 31.80 | 31.80 | cm |

Armatura minima NTC2018 § 4.1.6.1.1

| | | | | | |
|--------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| Area minima in zona tesa | $A_{s, \min} = (0.0013 b d) =$ | 4.13 | 4.13 | 4.13 | cm ² |
| Area minima in zona tesa | $A_{s, \min} = 0.26 \times (f_{ctm}/f_{yk}) \times b d =$ | 5.33 | 5.33 | 5.33 | cm ² |
| | A_{s, min} = | 5.33 | 5.33 | 5.33 | cm² |

Armatura minima di progetto

| | n°/ml | φ | | A _{sd} = | | |
|-------------------|-------|----|----|-------------------|-----------------|----|
| Soletta superiore | 5 | 20 | mm | 15.71 | cm ² | ok |
| Fondazione | 5 | 20 | mm | 15.71 | cm ² | ok |
| Piedritti | 5 | 20 | mm | 15.71 | cm ² | ok |

12.4.1 SOLETTA SUPERIORE – sezione centrale

| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 2 | 0.60 | SLU_22 | Combination | 67 | 40 |
| M min SLU/SLV | 2 | 1.00 | SLU_42 | Combination | 21 | -17 |
| V max SLU/SLV | 2 | 1.00 | SLU_19 | Combination | 125 | -10 |
| M max SLE | 2 | 0.60 | SLE_22 | Combination | 50 | 29 |
| M min SLE | 2 | 1.00 | SLE_42 | Combination | 16 | -11 |

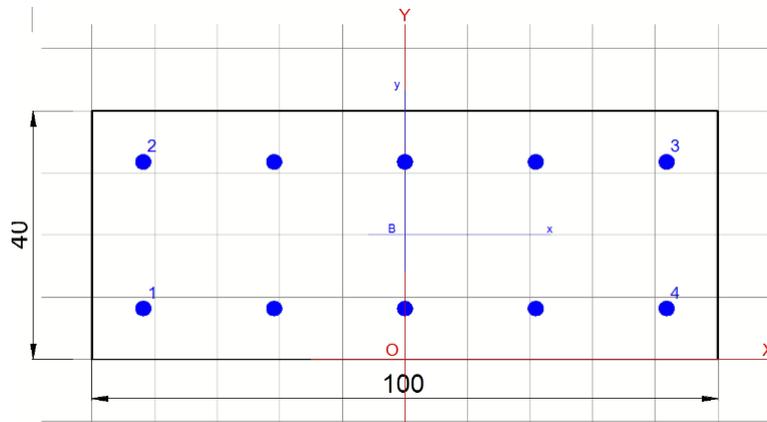
Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 5Φ20

Armatura inf 5Φ50

Armatura a taglio non necessaria

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |
| | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0500 001 B 80 di 133 |



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.
NOME SEZIONE: IN05_SOLETTA S3

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|---|--|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 17.0 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.90 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 MPa |
| 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: C30/37

N°vertice: X [cm] Y [cm]

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 81 di 133 |

| | | |
|---|-------|------|
| 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 | -41.8 | 8.2 | 20 |
| 2 | -41.8 | 31.8 | 20 |
| 3 | 41.8 | 31.8 | 20 |
| 4 | 41.8 | 8.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|--------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 40.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -16.62 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 28.51 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -11.06 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 82 di 133 |

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|--------|------|-------|---------|--------|----------|-----------|
| 1 | S | 0.00 | 40.28 | 0.00 | 0.00 | 173.40 | 0.00 | 4.30 | 15.7(5.3) |
| 2 | S | 0.00 | -16.62 | 0.00 | 0.00 | -173.40 | 0.00 | 10.43 | 15.7(5.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 40.0 | 0.00011 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 2 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 0.0 | 0.00011 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |

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 | 0.000087709 | -0.002675717 | 0.299 | 0.813 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000087709 | 0.000832659 | 0.299 | 0.813 |

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)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 83 di 133 |

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 | 1.91 | -50.0 | 40.0 | -64.4 | 0.0 | 8.2 | 1000 | 15.7 |
| 2 | S | 0.74 | 50.0 | 0.0 | -25.0 | 20.9 | 31.8 | 1000 | 15.7 |

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

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

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

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

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00044 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00019 (0.00019) | 461 | 0.089 (0.20) | 86.85 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00017 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00007 (0.00007) | 461 | 0.035 (0.20) | -86.85 | 0.00 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 84 di 133 |

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 169 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 125 \text{ (kN)}$ *Verifica soddisfatta!*

| | | |
|---|--|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00$ | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h = 400.00$ | (mm) |
| copriferro | $c = 82.00$ | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d = 318.00$ | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71$ | (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2$ | (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1570.80$ | (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 318000$ | (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0$ | < 0.02 |
| sforzo normale agente | $N_{ed} = 0.00$ | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | (N/mm ²) <= 0,2f _{cd} |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | |
| k calcolato | $k = 2$ | < 2 |
| k inserito nella formula | $k = 2$ | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$ | (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 86 di 133 |

| | | |
|--------------------------------|---------------------|-----|
| Resis. compr. di progetto fcd: | 17.0 | MPa |
| Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 | MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 2.90 | MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 | MPa |

| | | | |
|------------------|--|------------------|---------------------|
| 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: | C30/37 |

| 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 | -41.8 | 8.2 | 20 |
| 2 | -41.8 | 31.8 | 20 |
| 3 | 41.8 | 31.8 | 20 |
| 4 | 41.8 | 8.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|-----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>B</td> <td>87 di 133</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 87 di 133 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF3A | 02 | E ZZ CL | IN0500 001 | B | 87 di 133 | | | | | | | | |

| | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|--------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 60.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -85.89 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 42.07 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -50.48 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | | | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 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 | | | | | | | | |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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 | | | | | | | | |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|--------|------|-------|---------|--------|----------|-----------|
| 1 | S | 0.00 | 60.37 | 0.00 | 0.00 | 173.40 | 0.00 | 2.87 | 15.7(5.3) |
| 2 | S | 0.00 | -85.89 | 0.00 | 0.00 | -173.40 | 0.00 | 2.02 | 15.7(5.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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.)

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 88 di 133 |

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 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 40.0 | 0.00011 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 2 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 0.0 | 0.00011 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |

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 | 0.000087709 | -0.002675717 | 0.299 | 0.813 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000087709 | 0.000832659 | 0.299 | 0.813 |

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 | 2.82 | -50.0 | 40.0 | -95.1 | -41.8 | 8.2 | 1000 | 15.7 |
| 2 | S | 3.39 | 50.0 | 0.0 | -114.1 | -41.8 | 31.8 | 1000 | 15.7 |

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 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 | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00029 (0.00029) | 461 | 0.132 (0.20) | 86.85 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00078 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00034 (0.00034) | 461 | 0.158 (0.20) | -86.85 | 0.00 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 89 di 133 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 169 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 166 \text{ (kN)}$ *Verifica soddisfatta!*

| | | |
|---|--|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00$ | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h = 400.00$ | (mm) |
| copriferro | $c = 82.00$ | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d = 318.00$ | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71$ | (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2$ | (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1570.80$ | (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 318000$ | (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0$ | < 0.02 |
| sforzo normale agente | $N_{ed} = 0.00$ | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | (N/mm ²) <= 0,2f _{cd} |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | |
| k calcolato | $k = 2$ | < 2 |
| k inserito nella formula | $k = 2$ | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$ | (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 90 di 133 |

12.4.1 FONDAZIONE– sezione centrale

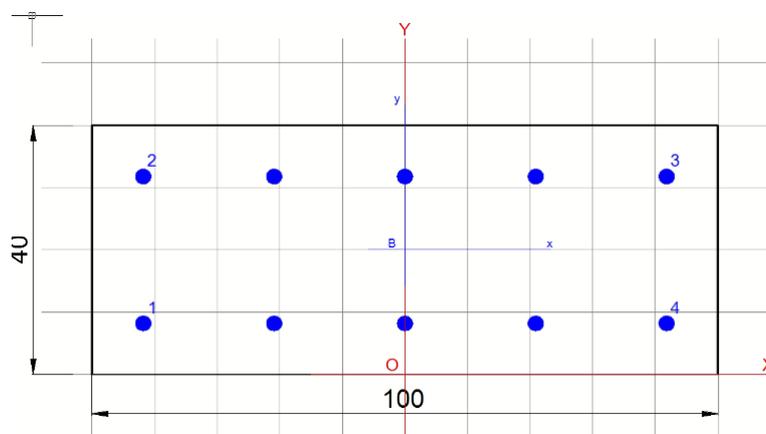
| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 6 | 0.13333 | SLU_22 | Combination | -153 | 144 | 45 |
| M min SLU/SLV | 12 | 0.13333 | SLU_19 | Combination | 96 | 98 | -72 |
| V max SLU/SLV | 8 | 0.13333 | SLU_22 | Combination | -153 | 150 | 6 |
| M max SLE | 6 | 0.13333 | SLE_22 | Combination | -112 | 107 | 32 |
| M min SLE | 12 | 0.13333 | SLE_19 | Combination | 74 | 74 | -53 |

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 5Φ20

Armatura inf 5Φ50

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN05_FONDAZIONE S3

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:

C30/37

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 91 di 133 |

| | | |
|--------------------------------|---------------------|-----|
| Resis. compr. di progetto fcd: | 17.0 | MPa |
| Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 | MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 2.90 | MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 | MPa |

| | | | |
|------------------|--|------------------|---------------------|
| 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: | C30/37 |

| 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 | -41.8 | 8.2 | 20 |
| 2 | -41.8 | 31.8 | 20 |
| 3 | 41.8 | 31.8 | 20 |
| 4 | 41.8 | 8.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |
| | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0500 001 B 92 di 133 |

| | | | | | |
|---------|---|--------|------|------|------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
| 1 | 0.00 | 45.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -72.04 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | 32.34 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -53.22 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | | | | | | | | | |
|----------|--|------|--------|------|-------|---------|--------|----------|-----------|
| 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 | | | | | | | | |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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 | | | | | | | | |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
| 1 | S | 0.00 | 45.23 | 0.00 | 0.00 | 173.40 | 0.00 | 3.83 | 15.7(5.3) |
| 2 | S | 0.00 | -72.04 | 0.00 | 0.00 | -173.40 | 0.00 | 2.41 | 15.7(5.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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.)

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 93 di 133 |

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 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 40.0 | 0.00011 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 2 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 0.0 | 0.00011 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |

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 | 0.000087709 | -0.002675717 | 0.299 | 0.813 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000087709 | 0.000832659 | 0.299 | 0.813 |

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 | 2.17 | -50.0 | 40.0 | -73.1 | -20.9 | 8.2 | 1000 | 15.7 |
| 2 | S | 3.57 | 50.0 | 0.0 | -120.3 | 0.0 | 31.8 | 1000 | 15.7 |

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}
 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
 = 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 | -0.00050 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00022 (0.00022) | 461 | 0.101 (0.20) | 86.85 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00036 (0.00036) | 461 | 0.166 (0.20) | -86.85 | 0.00 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 94 di 133 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd,2} = (V_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 169 \quad (\text{kN})$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \quad (\text{kN})$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 150 \quad (\text{kN})$ *Verifica soddisfatta!*

| | | |
|---|--|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00$ | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h = 400.00$ | (mm) |
| copriferro | $c = 82.00$ | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d = 318.00$ | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71$ | (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2$ | (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1570.80$ | (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 318000$ | (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0.00$ | < 0.02 |
| sfuerzo normale agente | $N_{ed} = 0.00$ | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | (N/mm ²) <= 0,2f _{cd} |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | |
| k calcolato | $k = 2$ | < 2 |
| k inserito nella formula | $k = 2$ | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $V_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$ | (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 95 di 133 |

12.4.1 FONDAZIONE– sezione laterale

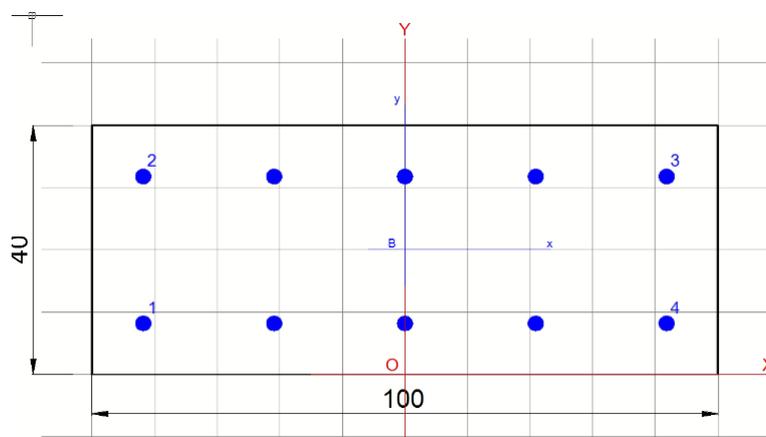
| Laterale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 4 | 0.1 | SLU_22 | Combination | -153 | 103 | 85 |
| M min SLU/SLV | 15 | 0.03333 | SLU_19 | Combination | 96 | -35 | -83 |
| V max SLU/SLV | 5 | 0.06667 | SLU_22 | Combination | -153 | 127 | 73 |
| M max SLE | 5 | 0.06667 | SLE_22 | Combination | -112 | 95 | 53 |
| M min SLE | 14 | 0.06667 | SLE_19 | Combination | 74 | 17 | -61 |

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 5Φ20

Armatura inf 5Φ50

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN05_FONDAZIONE S5

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:

C30/37

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 96 di 133 |

| | | |
|--------------------------------|---------------------|-----|
| Resis. compr. di progetto fcd: | 17.0 | MPa |
| Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 | MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 2.90 | MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 | MPa |

| | | | |
|------------------|--|------------------|---------------------|
| 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: | C30/37 |

| 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 | -41.8 | 8.2 | 20 |
| 2 | -41.8 | 31.8 | 20 |
| 3 | 41.8 | 31.8 | 20 |
| 4 | 41.8 | 8.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |
| | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0500 001 B 97 di 133 |

| | | | | | |
|---------|---|--------|------|------|------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
| 1 | 0.00 | 84.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -83.15 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | 52.91 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -61.44 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | | | | | | | | | |
|----------|--|------|--------|------|-------|---------|--------|----------|-----------|
| 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 | | | | | | | | |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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 | | | | | | | | |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
| 1 | S | 0.00 | 84.60 | 0.00 | 0.00 | 173.40 | 0.00 | 2.05 | 15.7(5.3) |
| 2 | S | 0.00 | -83.15 | 0.00 | 0.00 | -173.40 | 0.00 | 2.09 | 15.7(5.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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.)

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | |
| | COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0500 001 B 98 di 133 |

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 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 40.0 | 0.00011 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 2 | 0.00083 | 0.299 | -50.0 | 0.0 | 0.00011 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |

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 | 0.000087709 | -0.002675717 | 0.299 | 0.813 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000087709 | 0.000832659 | 0.299 | 0.813 |

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 | 3.55 | -50.0 | 40.0 | -119.6 | -41.8 | 8.2 | 1000 | 15.7 |
| 2 | S | 4.12 | 50.0 | 0.0 | -138.8 | 20.9 | 31.8 | 1000 | 15.7 |

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}
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
 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 | -0.00082 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00036 (0.00036) | 461 | 0.165 (0.20) | 86.85 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00095 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00042 (0.00042) | 461 | 0.192 (0.20) | -86.85 | 0.00 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 99 di 133 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 169 \quad (\text{kN})$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \quad (\text{kN})$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 127 \quad (\text{kN})$ *Verifica soddisfatta!*

| | | |
|---|--|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00$ | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h = 400.00$ | (mm) |
| copriferro | $c = 82.00$ | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d = 318.00$ | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71$ | (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2$ | (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1570.80$ | (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 318000$ | (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0$ | < 0.02 |
| sforzo normale agente | $N_{ed} = 0.00$ | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | (N/mm ²) <= 0,2f _{cd} |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ | |
| k calcolato | $k = 2$ | < 2 |
| k inserito nella formula | $k = 2$ | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$ | (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 100 di 133 |

12.4.1 PIEDRITTI – sezione di testa

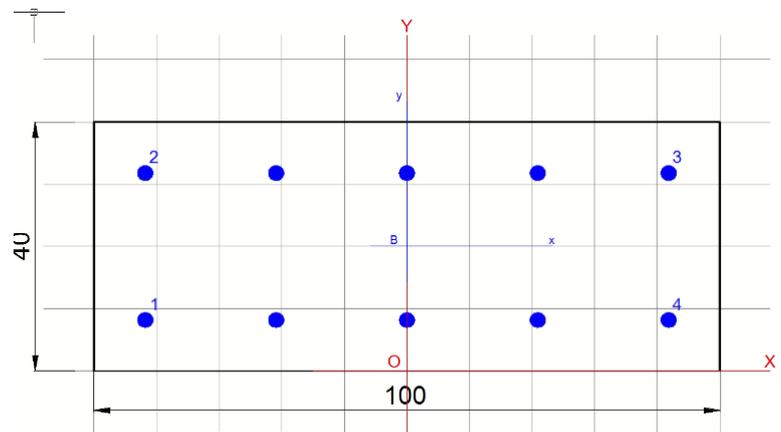
| Testa | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 3 | 1.50 | SLU_19 | Combination | -191 | 124 | 91 |
| M min SLU/SLV | 1 | 1.50 | SLU_22 | Combination | 1 | 65 | -55 |
| N max SLU/SLV | 1 | 1.50 | SLU_19 | Combination | 1 | 50 | -45 |
| N min SLU/SLV | 3 | 1.50 | SLU_19 | Combination | -191 | 124 | 91 |
| V max SLU/SLV | 3 | 1.4 | SLU_18 | Combination | -178 | 127 | 69 |
| M max SLE | 3 | 1.40 | SLE_19 | Combination | -143 | 90 | 59 |
| M min SLE | 1 | 1.40 | SLE_22 | Combination | 0 | 50 | -35 |
| N max SLE | 1 | 1.40 | SLE_19 | Combination | 0 | 42 | -30 |
| N min SLE | 3 | 1.40 | SLE_19 | Combination | -143 | 90 | 59 |

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 5Φ20

Armatura inf 5Φ50

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN05_PIEDRITTO S5-TESTA

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 101 di 133 |

Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

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: C30/37

| 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 | -41.8 | 8.2 | 20 |
| 2 | -41.8 | 31.8 | 20 |
| 3 | 41.8 | 31.8 | 20 |
| 4 | 41.8 | 8.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 102 di 133 |

| | | | | |
|---|---|---|---|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 20 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 20 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|--------|--------|------|------|------|
| 1 | 190.68 | 91.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | -1.27 | -55.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | -1.27 | -44.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 190.68 | 91.49 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|--------|--------|------|
| 1 | 143.00 | 58.56 | 0.00 |
| 2 | -0.47 | -35.26 | 0.00 |
| 3 | -0.47 | -30.42 | 0.00 |
| 4 | 143.00 | 58.56 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|--|---------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 7.2 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 18.9 cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | | | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 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 | | | | | | | | |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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 | | | | | | | | |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|---|----|----|-------|--------|--------|----------|---------|
|--------|-----|---|----|----|-------|--------|--------|----------|---------|

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 103 di 133 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|------|--------|---------|------|------|-----------|
| 1 | S | 190.68 | 91.49 | 0.00 | 190.41 | 200.61 | 0.00 | 2.19 | 15.7(6.7) |
| 2 | S | -1.27 | -55.27 | 0.00 | -1.55 | -173.22 | 0.00 | 3.13 | 15.7(6.7) |
| 3 | S | -1.27 | -44.87 | 0.00 | -1.55 | -173.22 | 0.00 | 3.86 | 15.7(6.7) |
| 4 | S | 190.68 | 91.49 | 0.00 | 190.41 | 200.61 | 0.00 | 2.19 | 15.7(6.7) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

| | |
|--------|--|
| 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 | 0.00098 | 0.333 | -50.0 | 40.0 | 0.00022 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 2 | 0.00083 | 0.298 | -50.0 | 0.0 | 0.00011 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |
| 3 | 0.00083 | 0.298 | -50.0 | 0.0 | 0.00011 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |
| 4 | 0.00098 | 0.333 | -50.0 | 40.0 | 0.00022 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |

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 | 0.000092235 | -0.002712830 | 0.333 | 0.856 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000087679 | 0.000831693 | 0.298 | 0.813 |
| 3 | 0.000000000 | -0.000087679 | 0.000831693 | 0.298 | 0.813 |
| 4 | 0.000000000 | 0.000092235 | -0.002712830 | 0.333 | 0.856 |

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 | 3.86 | -50.0 | 40.0 | -86.3 | -41.8 | 8.2 | 900 | 15.7 |
| 2 | S | 2.37 | 50.0 | 0.0 | -79.8 | 20.9 | 31.8 | 1000 | 15.7 |
| 3 | S | 2.04 | 50.0 | 0.0 | -68.9 | -41.8 | 31.8 | 1000 | 15.7 |
| 4 | S | 3.86 | -50.0 | 40.0 | -86.3 | -41.8 | 8.2 | 900 | 15.7 |

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

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 104 di 133 |

| | |
|-------------|--|
| 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 | -0.00062 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00026 (0.00026) | 440 | 0.114 (0.20) | 103.83 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00055 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00024 (0.00024) | 461 | 0.110 (0.20) | -86.77 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00047 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00021 (0.00021) | 461 | 0.095 (0.20) | -86.76 | 0.00 |
| 4 | S | -0.00062 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00026 (0.00026) | 440 | 0.114 (0.20) | 103.83 | 0.00 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 169 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 127 \text{ (kN)}$ *Verifica soddisfatta!*

| | |
|---|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00 \text{ (mm)}$ |
| altezza totale della sezione | $h = 400.00 \text{ (mm)}$ |
| copriferro | $c = 82.00 \text{ (mm)}$ |
| altezza utile della sezione | $d = 318.00 \text{ (mm)}$ |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1570.80 \text{ (mm}^2\text{)}$ |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 318000 \text{ (mm}^2\text{)}$ |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0.005 < 0.02$ |
| sforzo normale agente | $N_{Ed} = 0.00 \text{ (N)}$ |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0 \text{ (N/mm}^2\text{)} \leq 0,2 f_{cd}$ |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0$ |
| k calcolato | $k = 2 < 2$ |
| k inserito nella formula | $k = 2$ |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 105 di 133 |

12.4.1 PIEDRITTI – sezione di piede

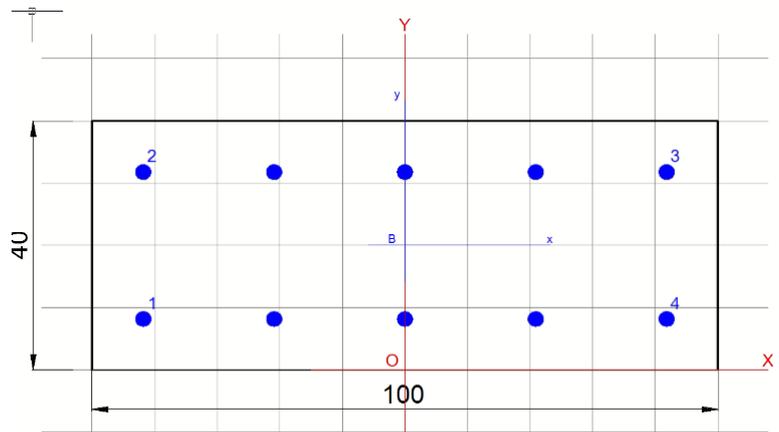
| Piede | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 1 | 0.10 | SLU_22 | Combination | -18 | 134 | 81 |
| M min SLU/SLV | 3 | 0.10 | SLU_19 | Combination | -210 | 103 | -69 |
| N max SLU/SLV | 1 | 0.10 | SLU_19 | Combination | -18 | 119 | 71 |
| N min SLU/SLV | 3 | 0.10 | SLU_19 | Combination | -210 | 103 | -69 |
| V max SLU/SLV | 1 | 0.2 | SLU_22 | Combination | -16 | 128 | 68 |
| M max SLE | 1 | 0.20 | SLE_22 | Combination | -12 | 94 | 50 |
| M min SLE | 3 | 0.20 | SLE_19 | Combination | -155 | 79 | -44 |
| N max SLE | 1 | 0.20 | SLE_19 | Combination | -12 | 86 | 45 |
| N min SLE | 3 | 0.20 | SLE_19 | Combination | -155 | 79 | -44 |

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 5Φ20

Armatura inf 5Φ50

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN05_PIEDRITTO S5-PIEDE

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 106 di 133 |

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 17.0 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.90 MPa |
| | Coef. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 MPa | |

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 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 |
| | Coef. Aderenza istantaneo β1*β2 : | 1.00 |
| | Coef. Aderenza differito β1*β2 : | 0.50 |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

| 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 | -41.8 | 8.2 | 20 |
| 2 | -41.8 | 31.8 | 20 |
| 3 | 41.8 | 31.8 | 20 |
| 4 | 41.8 | 8.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 107 di 133 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | |
|---------|---|--------|------|------|------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
| 1 | 17.63 | 81.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 209.58 | -69.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 17.63 | 70.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 209.58 | -69.47 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 11.53 | 49.72 | 0.00 |
| 2 | 155.00 | -43.62 | 0.00 |
| 3 | 11.53 | 44.87 | 0.00 |
| 4 | 155.00 | -43.62 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | | | | | | | | | |
|----------|--|--------|--------|------|--------|---------|--------|----------|-----------|
| 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 | | | | | | | | |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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 | | | | | | | | |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
| 1 | S | 17.63 | 81.12 | 0.00 | 17.92 | 176.05 | 0.00 | 2.17 | 15.7(6.7) |
| 2 | S | 209.58 | -69.47 | 0.00 | 209.66 | -203.31 | 0.00 | 2.93 | 15.7(6.7) |
| 3 | S | 17.63 | 70.71 | 0.00 | 17.92 | 176.05 | 0.00 | 2.49 | 15.7(6.7) |
| 4 | S | 209.58 | -69.47 | 0.00 | 209.66 | -203.31 | 0.00 | 2.93 | 15.7(6.7) |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 108 di 133 |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

| | |
|--------|--|
| 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 | 0.00085 | 0.302 | -50.0 | 40.0 | 0.00012 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 2 | 0.00099 | 0.336 | -50.0 | 0.0 | 0.00023 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |
| 3 | 0.00085 | 0.302 | -50.0 | 40.0 | 0.00012 | -41.8 | 31.8 | -0.00196 | -41.8 | 8.2 |
| 4 | 0.00099 | 0.336 | -50.0 | 0.0 | 0.00023 | -41.8 | 8.2 | -0.00196 | 41.8 | 31.8 |

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 | 0.000088150 | -0.002679329 | 0.302 | 0.818 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000092691 | 0.000991073 | 0.336 | 0.860 |
| 3 | 0.000000000 | 0.000088150 | -0.002679329 | 0.302 | 0.818 |
| 4 | 0.000000000 | -0.000092691 | 0.000991073 | 0.336 | 0.860 |

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 | 3.34 | -50.0 | 40.0 | -108.5 | -20.9 | 8.2 | 1000 | 15.7 |
| 2 | S | 2.81 | 50.0 | 0.0 | -49.9 | -41.8 | 31.8 | 850 | 15.7 |
| 3 | S | 3.01 | -50.0 | 40.0 | -97.6 | -41.8 | 8.2 | 1000 | 15.7 |
| 4 | S | 2.81 | 50.0 | 0.0 | -49.9 | -41.8 | 31.8 | 850 | 15.7 |

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} |
| 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] |
| | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 109 di 133 |

- k_4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff [eq.(7.11)EC2]
 C_f 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]
 s_r max Massima distanza tra le fessure [mm]
 w_k Apertura fessure in mm calcolata = $s_r \max^*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 M_x fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 M_y fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | \emptyset | Cf | $e_{sm} - e_{cm}$ | s_r max | w_k | M_x fess | M_y fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|-------------|----|-------------------|-----------|--------------|------------|------------|
| 1 | S | -0.00075 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00033 (0.00033) | 461 | 0.150 (0.20) | 88.22 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00037 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00015 (0.00015) | 429 | 0.064 (0.20) | -113.97 | 0.00 |
| 3 | S | -0.00067 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00029 (0.00029) | 461 | 0.135 (0.20) | 88.37 | 0.00 |
| 4 | S | -0.00037 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 72 | 0.00015 (0.00015) | 429 | 0.064 (0.20) | -113.97 | 0.00 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 169 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 128 \text{ (kN)}$ *Verifica soddisfatta!*

| | | | |
|---|--|---------|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w =$ | 1000.00 | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h =$ | 400.00 | (mm) |
| copriferro | $c =$ | 82.00 | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d =$ | 318.00 | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} =$ | 30.71 | (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} =$ | 2 | (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} =$ | 1570.80 | (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d =$ | 318000 | (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c =$ | 0.005 | < 0.02 |
| sforzo normale agente | $N_{ed} =$ | 0.00 | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$ | 0 | (N/mm ²) <= 0,2f _{cd} |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$ | 0 | |
| k calcolato | $k =$ | 2 | < 2 |
| k inserito nella formula | $k =$ | 2 | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$ | 0 | (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 110 di 133 |

12.5 VERIFICHE – MURI AD U

Si riportano di seguito le verifiche di sicurezza dei componenti strutturali. Il quantitativo di armatura minima di progetto in zona tesa rispetta i requisiti imposti dalle NTC2018.

Caratteristiche geometriche IN05 - muri ad U

| | Fondazione | Piedritti | |
|--|-------------------------|-----------|----|
| Base della sezione | b = 100.00 | 100.00 | cm |
| Altezza della sezione | h = 50.00 | 30.00 | cm |
| Copriferro min in asse barre longitudinali | c _{min} = 8.00 | 8.00 | cm |
| Altezza utile della sezione | d = 42.00 | 22.00 | cm |

Armatura minima NTC2018 § 4.1.6.1.1

| | | | | |
|--------------------------|--|-------------|-------------|-----------------------|
| Area minima in zona tesa | $A_{s, min} = (0.0013 b d) =$ | 5.46 | 2.86 | cm ² |
| Area minima in zona tesa | $A_{s, min} = 0.26 \times (f_{ctm}/f_{yk}) \times b d =$ | 7.04 | 3.69 | cm ² |
| | A_{s, min} = | 7.04 | 3.69 | cm² |

Armatura minima di progetto

| | n°/ml | φ | | A _{sd} = | | |
|------------|-------|----|----|-------------------|-----------------|----|
| Fondazione | 5 | 16 | mm | 10.05 | cm ² | ok |
| Piedritti | 5 | 16 | mm | 10.05 | cm ² | ok |

12.5.1 FONDAZIONE – sezione centrale

| Centrale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|--------|----|------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 4 | 0.275 | SLV_02 | Combination | -29.72 | 7 | 11 |
| M min SLU/SLV | 12 | 0.275 | SLV_01 | Combination | -1.63 | 5 | -1 |
| V max SLU/SLV | 7 | 0.275 | SLV_01 | Combination | -29.72 | 7 | 6 |
| M max SLE | 4 | 0.275 | SLE_02 | Combination | -21.10 | 4 | 6 |
| M min SLE | 8 | 0.275 | SLE_01 | Combination | -5.50 | 1 | -1 |

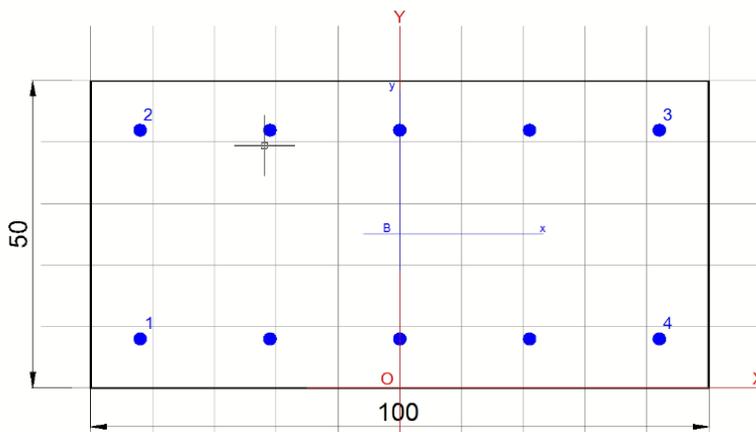
Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ16

Armatura a taglio non necessaria

| | | | | | |
|---|---|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | | | | | |
| COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 111 di 133 |



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.
NOME SEZIONE: IIN05_FONDAZIONE S3

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 17.0 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.90 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 MPa |
| | 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 |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice: X [cm] Y [cm]

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 112 di 133 |

| | | |
|---|-------|------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 50.0 |
| 3 | 50.0 | 50.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -42.0 | 8.0 | 16 |
| 2 | -42.0 | 42.0 | 16 |
| 3 | 42.0 | 42.0 | 16 |
| 4 | 42.0 | 8.0 | 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 | 2 | 3 | 3 | 16 |
| 2 | 1 | 4 | 3 | 16 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|-------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 10.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1.26 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-------|------|
| 1 | 0.00 | 5.79 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -0.75 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 113 di 133 |

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|-------|------|-------|---------|--------|----------|-----------|
| 1 | S | 0.00 | 10.81 | 0.00 | 0.00 | 152.40 | 0.00 | 14.10 | 10.1(7.0) |
| 2 | S | 0.00 | -1.26 | 0.00 | 0.00 | -152.40 | 0.00 | 120.96 | 10.1(7.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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 | 0.00054 | 0.217 | -50.0 | 50.0 | 0.00007 | -42.0 | 42.0 | -0.00196 | -42.0 | 8.0 |
| 2 | 0.00054 | 0.217 | -50.0 | 0.0 | 0.00007 | -42.0 | 8.0 | -0.00196 | 42.0 | 42.0 |

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 | 0.000059463 | -0.002432204 | 0.217 | 0.711 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000059463 | 0.000540944 | 0.217 | 0.711 |

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)

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 115 di 133 |

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 166 \text{ (kN)} > V_{Rd,min}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 179 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 179 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 577 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 7 \text{ (kN)}$ *Verifica soddisfatta!*

| | | |
|---|--|-------------------|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00$ | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h = 500.00$ | (mm) |
| copriferro | $c = 80.00$ | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d = 420.00$ | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71$ | (N/mmq) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2$ | (N/mmq) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1005.31$ | (mmq) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 420000$ | (mmq) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0.00$ | < 0.02 |
| sforzo normale agente | $N_{Ed} = 0.00$ | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0$ | (N/mmq) <= 0,2fcd |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0$ | |
| k calcolato | $k = 2$ | < 2 |
| k inserito nella formula | $k = 2$ | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$ | (N/mmq) |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 116 di 133 |

12.5.2 FONDAZIONE – sezione laterale

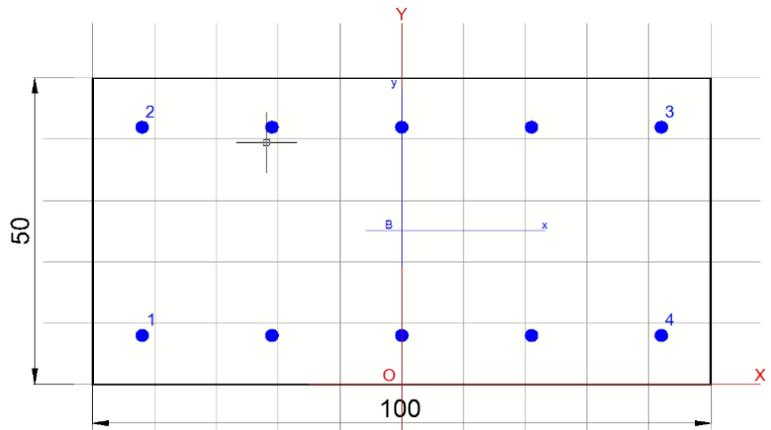
| Laterale | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|--------|----------|-----------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 3 | 0.075 | SLV_02 | Combination | -29.72 | 5 | 14 |
| M min SLU/SLV | 14 | 0.2 | SLV_01 | Combination | -1.63 | -1 | -1 |
| V max SLU/SLV | 3 | 0.15 | SLU_03 | Combination | -30.27 | 7 | 10 |
| M max SLE | 3 | 0.15 | SLE_02 | Combination | -21.10 | 4 | 7 |
| M min SLE | 3 | 0.15 | SLE_01 | Combination | -5.50 | 4 | 1 |

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ16

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IIN05_FONDAZIONE S5

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

Resis. compr. di progetto fcd:

C30/37

17.0 MPa

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 117 di 133 |

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 32836.0 MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 2.90 MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 12.0 MPa |

| | | |
|------------------|--|-----------------------------|
| 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 fid: | 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: | C30/37 |

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

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -42.0 | 8.0 | 16 |
| 2 | -42.0 | 42.0 | 16 |
| 3 | 42.0 | 42.0 | 16 |
| 4 | 42.0 | 8.0 | 16 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 118 di 133 |

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|-------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 13.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1.01 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 7.18 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 0.79 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|-------|------|-------|---------|--------|----------|-----------|
| 1 | S | 0.00 | 13.58 | 0.00 | 0.00 | 152.40 | 0.00 | 11.22 | 10.1(7.0) |
| 2 | S | 0.00 | -1.01 | 0.00 | 0.00 | -152.40 | 0.00 | 150.89 | 10.1(7.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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.)

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 119 di 133 |

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 | 0.00054 | 0.217 | -50.0 | 50.0 | 0.00007 | -42.0 | 42.0 | -0.00196 | -42.0 | 8.0 |
| 2 | 0.00054 | 0.217 | -50.0 | 0.0 | 0.00007 | -42.0 | 8.0 | -0.00196 | 42.0 | 42.0 |

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 | 0.000059463 | -0.002432204 | 0.217 | 0.711 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000059463 | 0.000540944 | 0.217 | 0.711 |

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

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 0.37 | 50.0 | 50.0 | -18.5 | -21.0 | 8.0 | 1310 | 10.1 |
| 2 | S | 0.04 | -50.0 | 50.0 | -2.0 | -42.0 | 8.0 | 1310 | 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 f_{ctm}
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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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
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 | -0.00012 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 72 | 0.00006 (0.00006) | 599 | 0.033 (0.20) | 130.94 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00001 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 72 | 0.00001 (0.00001) | 599 | 0.004 (0.20) | 130.94 | 0.00 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 120 di 133 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 166 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 179 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 179 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 577 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 7 \text{ (kN)}$ *Verifica soddisfatta!*

| | | | |
|---|--|---------|--|
| larghezza minima della sezione | $b_w =$ | 1000.00 | (mm) |
| altezza totale della sezione | $h =$ | 500.00 | (mm) |
| copriferro | $c =$ | 80.00 | (mm) |
| altezza utile della sezione | $d =$ | 420.00 | (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} =$ | 30.71 | (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} =$ | 2 | (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} =$ | 1005.31 | (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d =$ | 420000 | (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c =$ | 0 | < 0.02 |
| sforzo normale agente | $N_{ed} =$ | 0.00 | (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$ | 0 | (N/mm ²) <= 0,2f _{cd} |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$ | 0 | |
| k calcolato | $k =$ | 2 | < 2 |
| k inserito nella formula | $k =$ | 2 | |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$ | 0 | (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 121 di 133 |

12.5.3 PIEDRITTO – sezione al piede

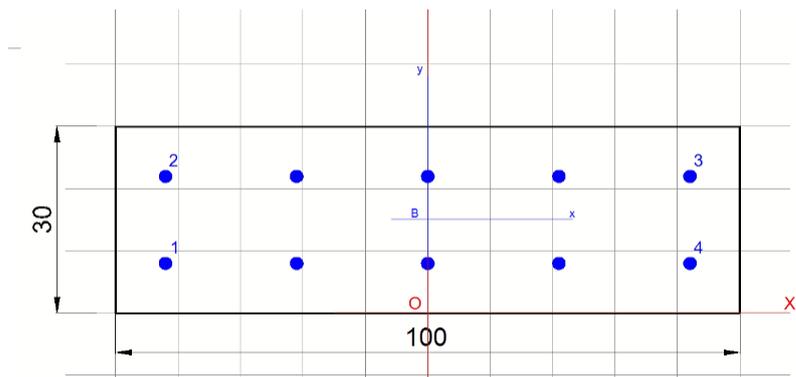
| Piede | TABLE: Element Forces - Frames - | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | Frame | Station | OutputCase | CaseType | P | V2 | M3 |
| | Text | m | Text | Text | KN | KN | KN-m |
| M max SLU/SLV | 1 | 0.13 | SLV_01 | Combination | -8 | 23 | 11 |
| M min SLU/SLV | 2 | 0.13 | SLV_01 | Combination | -8 | 1 | -1 |
| N max SLU/SLV | 1 | 0.13 | SLV_02 | Combination | -7 | 23 | 11 |
| N min SLU/SLV | 1 | 0.13 | SLU_01 | Combination | -10 | 4 | 1 |
| V max SLU/SLV | 1 | 0.25 | SLV_01 | Combination | -7 | 19 | 8 |
| M max SLE | 1 | 0.25 | SLE_02 | Combination | -7 | 11 | 4 |
| M min SLE | 1 | 0.25 | SLE_01 | Combination | -7 | 2 | 1 |
| N max SLE | 1 | 0.25 | SLE_01 | Combination | -7 | 2 | 1 |
| N min SLE | 1 | 0.25 | SLE_01 | Combination | -7 | 2 | 1 |

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ16

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IIN05_PIEDRITTO S5-PIEDE

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 122 di 133 |

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 30.0 |
| 3 | 50.0 | 30.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -42.0 | 8.0 | 16 |
| 2 | -42.0 | 22.0 | 16 |
| 3 | 42.0 | 22.0 | 16 |
| 4 | 42.0 | 8.0 | 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 | 2 | 3 | 3 | 16 |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 123 di 133 |

2 1 4 3 16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|-------|-------|------|------|------|
| 1 | 8.20 | 10.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 8.20 | -0.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 7.17 | 10.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 10.38 | 1.47 | 0.00 | 0.00 | 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|------|------|
| 1 | 6.75 | 4.44 | 0.00 |
| 2 | 6.75 | 0.59 | 0.00 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|-------|------|-------|--------|--------|----------|-----------|
| 1 | S | 8.20 | 10.87 | 0.00 | 8.10 | 80.00 | 0.00 | 7.36 | 10.1(3.7) |
| 2 | S | 8.20 | -0.88 | 0.00 | 8.10 | -80.00 | 0.00 | 90.91 | 10.1(3.7) |
| 3 | S | 7.17 | 10.87 | 0.00 | 7.23 | 79.91 | 0.00 | 7.35 | 10.1(3.7) |
| 4 | S | 10.38 | 1.47 | 0.00 | 10.28 | 80.23 | 0.00 | 54.58 | 10.1(5.0) |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 125 di 133 |

| | |
|-------------|--|
| 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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| 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 | -0.00014 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 72 | 0.00006 (0.00006) | 452 | 0.025 (0.20) | 50.04 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | 0.500 | 16.0 | 72 | 0.00000 (0.00000) | 465 | 0.000 (0.20) | 103.92 | 0.00 |

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 124 \text{ (kN)} > VR_{d,min}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 117 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 124 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 302 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante

$$V_{Ed} = 19 \text{ (kN)} \text{ Verifica soddisfatta!}$$

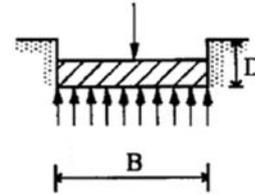
| | |
|---|---|
| larghezza minima della sezione | $b_w = 1000.00$ (mm) |
| altezza totale della sezione | $h = 300.00$ (mm) |
| copriferro | $c = 80.00$ (mm) |
| altezza utile della sezione | $d = 220.00$ (mm) |
| resistenza caratteristica a compressione | $f_{ck} = 30.71$ (N/mm ²) |
| resistenza di progetto a trazione cls | $f_{ctd} = 2$ (N/mm ²) |
| armatura longitudinale della sezione | $A_{sl} = 1005.31$ (mm ²) |
| area di calcestruzzo | $A_c = b_w \cdot d = 220000$ (mm ²) |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | $\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0.005 < 0.02$ |
| sforzo normale agente | $N_{ed} = 0.00$ (N) |
| tensione media di compressione nella sezione | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ (N/mm ²) $\leq 0,2 f_{cd}$ |
| tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo | $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ |
| k calcolato | $k = 2 < 2$ |
| k inserito nella formula | $k = 2$ |
| Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls | $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 1$ (N/mm ²) |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 127 di 133 |

DATI FONDAZIONE

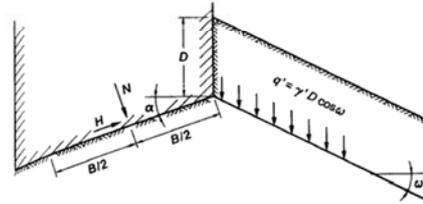
Geometria fondazione

| | | | |
|----------------------------|---|------|---|
| Base della fondazione | B | 2.00 | m |
| Lunghezza della fondazione | L | 1.00 | m |
| Altezza della fondazione | H | 0.40 | m |
| Ricoprimento | D | 2.80 | m |



Geometria terreno e piano di posa

| | | | |
|---------------------------------|----------|------|---|
| Inclinazione del piano di posa | α | 0.00 | ° |
| Inclinazione del piano campagna | ω | 0.00 | ° |



Sollecitazioni

| | | | |
|----------------|---|--------|----|
| Sforzo normale | N | 292.95 | kN |
| Taglio | T | 89.75 | kN |

Calcolo pressione massima

| | | |
|---------------|--------|-------------------|
| σ_{sd} | 146.48 | kN/m ² |
|---------------|--------|-------------------|

GEOTECNICA

Falda

| | | |
|--------------------------------------|------------|-------------------------|
| Falda sotto il piao di posa | si | |
| Quota falda da estradosso fondazione | hw | 0.15 m |
| Peso specifico acqua | γ_w | 10.00 kN/m ³ |

Terreno sotto la fondazione

COP

| | | | |
|-------------------|------------|-------|-------------------|
| Peso specifico | γ_r | 19.00 | kN/m ³ |
| coesione drenata | c' | 2.00 | kN/m ² |
| angolo di attrito | ϕ' | 22.00 | ° |

Terreno di ricoprimento

rilevato stradale

| | | | |
|--------------------------|----------------|-------|-------------------|
| Peso specifico | γ_r | 19.00 | kN/m ³ |
| strato di terreno secco | D ₁ | 2.25 | m |
| strato di terreno saturo | D ₂ | 0.55 | m |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 128 di 133 |

fattori di capacità portante (De Beer)

| | | | |
|----------------|-------|---|-------------|
| N _q | 7.82 | m | |
| N _c | 16.88 | m | |
| N _γ | 7.13 | m | Vesic, 1973 |

$$N_y = 2(N_q + 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Vesic 1973}) \quad N_c = (N_q - 1)\cot(\varphi')$$

$$N_y = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi') \quad (\text{Meyerhof 1963}) \quad N_q = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)e^{\pi \tan(\varphi')}$$

$$N_y = 1.5(N_q - 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Hansen 1970})$$

Fattori di forma della fondazione

| | | |
|----------------|------|---|
| considerare? | no | |
| s _q | 1.00 | m |
| s _c | 1.00 | m |
| s _γ | 1.00 | m |

| Forma della fondazione | s _c | s _q | s _γ |
|------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Rettangolare | $1 + \frac{B'}{L'} \cdot \frac{N_q}{N_c}$ | $1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$ | $1 - 0.4 \cdot \frac{B'}{L'}$ |

Fattori di profondità (Brich-Hansen, 1970; Vesic, 1973)

| | | |
|----------------|-------|---|
| considerare? | si | |
| d _q | 1.300 | m |
| d _c | 1.344 | m |
| d _γ | 1.000 | m |

| Valore di φ | d _c | d _q | d _γ |
|--|---|---|----------------|
| φ > 0 sabbia e argilla in condizioni drenate | $d_q = \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $\frac{D}{B'} \leq 1 \quad 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \frac{D}{B'}$ $\frac{D}{B'} > 1 \quad 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{B'}\right)$ | 1 |

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic, 1973)

| | | |
|----------------|-------|-----|
| considerare? | si | |
| i _q | 0.626 | m |
| i _c | 0.571 | m |
| i _γ | 0.440 | m |
| m _L | 1.667 | |
| m _B | 1.333 | |
| m | 1.333 | |
| θ | 1.57 | rad |

| Terreno | i _c | i _q | i _γ |
|--|---|---|---|
| c > 0, φ > 0 argilla in condi- zioni drenate | $i_q = \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot \phi}\right]^{m+1}$ | $\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot \phi}\right]^{m+1}$ |
| c = 0 sabbia | - | $\left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$ | $\left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$ |
| $m = m_L \cdot \cos^2 \theta$ $+ m_B \cdot \sin^2 \theta$ | $m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$ | $m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$ | θ è l'angolo fra la direzione del carico proiettata sul piano di fondazione e la direzione di L |

Coefficienti di inclinazione del piano di posa (Brich Hansen, 1970)

| | | |
|----------------|-------|---|
| considerare? | si | |
| b _q | 1.000 | m |
| b _c | 1.000 | m |
| b _γ | 1.000 | m |

| b _c | b _q | b _γ |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $b_q = \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$ | $(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$ |

Coefficienti di inclinazione del piano campagna (Brich Hansen, 1970)

| | | |
|----------------|-------|---|
| considerare? | si | |
| g _q | 1.000 | m |
| g _c | 1.000 | m |
| g _γ | 1.000 | m |

| g _c | g _q | g _γ |
|---|-----------------------|---------------------|
| $g_q = \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $(1 - \tan \omega)^2$ | $\frac{g_q}{\dots}$ |

CALCOLO CARICO LIMITE

contributo forze di attrito

| | | |
|---------------------|-------|-----|
| q _{lim, γ} | 28.25 | kPa |
|---------------------|-------|-----|

carico limite

| | | |
|------------------|-------|-----|
| q _{lim} | 357.8 | kPa |
|------------------|-------|-----|

contributo forze di coesione

| | | |
|---------------------|-------|-----|
| q _{lim, c} | 25.92 | kPa |
|---------------------|-------|-----|

carico limite

| | | |
|----------------------|-------|-----|
| q _{lim, sd} | 155.6 | kPa |
|----------------------|-------|-----|

contributo sovraccarico

| | | |
|---------------------|--------|-----|
| q _{lim, q} | 303.63 | kPa |
|---------------------|--------|-----|

pressione massima agente

| | | |
|-----------------|-------|-----|
| σ _{sd} | 146.5 | kPa |
|-----------------|-------|-----|

C.S. = 1.1

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 129 di 133 |

13.2 MURI AD U

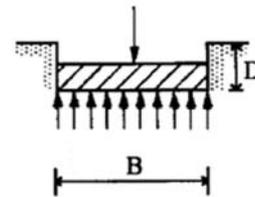
TABLE: Base Reactions

| OutputCase | CaseType | GlobalFX | GlobalFZ |
|------------|-------------|----------|----------|
| Text | Text | KN | KN |
| SLU_01 | Combination | 0.00 | 78.98 |
| SLU_02 | Combination | 0.00 | 78.98 |
| SLU_03 | Combination | -21.12 | 78.98 |
| SLU_04 | Combination | -21.12 | 58.50 |

DATI FONDAZIONE

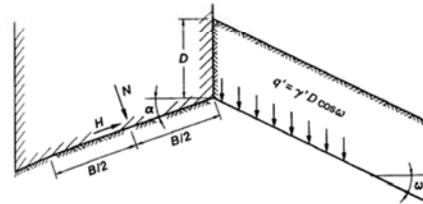
Geometria fondazione

| | | | |
|----------------------------|---|------|---|
| Base della fondazione | B | 3.30 | m |
| Lunghezza della fondazione | L | 1.00 | m |
| Altezza della fondazione | H | 0.50 | m |
| Ricoprimento | D | 1.40 | m |



Geometria terreno e piano di posa

| | | | |
|---------------------------------|----------|------|---|
| Inclinazione del piano di posa | α | 0.00 | ° |
| Inclinazione del piano campagna | ω | 0.00 | ° |



Sollecitazioni

| | | | |
|----------------|---|-------|----|
| Sforzo normale | N | 78.98 | kN |
| Taglio | T | 21.12 | kN |

Calcolo pressione massima

| | | |
|---------------|-------|-------------------|
| σ_{sd} | 23.93 | kN/m ² |
|---------------|-------|-------------------|

GEOTECNICA

Falda

| | | |
|--------------------------------------|------------|-------------------------|
| Falda sotto il piao di posa | si | |
| Quota falda da estradosso fondazione | hw | 0.15 m |
| Peso specifico acqua | γ_w | 10.00 kN/m ³ |

Terreno sotto la fondazione

COP

| | | | |
|-------------------|------------|-------|-------------------|
| Peso specifico | γ_r | 19.00 | kN/m ³ |
| coesione drenata | c' | 2.00 | kN/m ² |
| angolo di attrito | ϕ' | 22.00 | ° |

Terreno di ricoprimento

rilevato stradale

| | | | |
|--------------------------|------------|-------|-------------------|
| Peso specifico | γ_r | 19.00 | kN/m ³ |
| strato di terreno secco | D_1 | 0.75 | m |
| strato di terreno saturo | D_2 | 0.65 | m |

| | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B FOGLIO 130 di 133 |

fattori di capacità portante (De Beer)

| | | | |
|----------------|-------|---|-------------|
| N _q | 7.82 | m | |
| N _c | 16.88 | m | |
| N _γ | 7.13 | m | Vesic, 1973 |

$$N_y = 2(N_q + 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Vesic 1973}) \quad N_c = (N_q - 1)\cot(\varphi')$$

$$N_y = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi') \quad (\text{Meyerhof 1963}) \quad N_q = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)e^{\pi \tan(\varphi')}$$

$$N_y = 1.5(N_q - 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Hansen 1970})$$

Fattori di forma della fondazione

| | | |
|----------------|------|---|
| considerare? | no | |
| s _q | 1.00 | m |
| s _c | 1.00 | m |
| s _γ | 1.00 | m |

| Forma della fondazione | s _c | s _q | s _γ |
|------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Rettangolare | $1 + \frac{B'}{L'} \cdot \frac{N_q}{N_c}$ | $1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$ | $1 - 0.4 \cdot \frac{B'}{L'}$ |

Fattori di profondità (Brich-Hansen, 1970; Vesic, 1973)

| | | |
|----------------|-------|---|
| considerare? | si | |
| d _q | 1.134 | m |
| d _c | 1.154 | m |
| d _γ | 1.000 | m |

| Valore di φ | d _c | d _q | d _γ |
|--|---|---|----------------|
| φ > 0 sabbia e argilla in condizioni drenate | $d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $\frac{D}{B'} \leq 1 \quad 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \frac{D}{B'}$ $\frac{D}{B'} > 1 \quad 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{B'}\right)$ | 1 |

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic, 1973)

| | | |
|----------------|-------|-----|
| considerare? | si | |
| i _q | 0.734 | m |
| i _c | 0.695 | m |
| i _γ | 0.572 | m |
| m _L | 1.767 | |
| m _B | 1.233 | |
| m | 1.233 | |
| θ | 1.57 | rad |

| Terreno | i _c | i _q | i _γ |
|---|---|--|---|
| c > 0, φ > 0 argilla in condizioni drenate | $i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot g \phi'}\right]^{m+1}$ | $\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot g \phi'}\right]^{m+1}$ |
| c = 0 sabbia | - | $\left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$ | $\left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$ |
| $m = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$ | $m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$ | $m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$ | θ è l'angolo fra la direzione del carico proiettata sul piano di fondazione e la direzione di L |

Coefficienti di inclinazione del piano di posa (Brich Hansen, 1970)

| | | |
|----------------|-------|---|
| considerare? | si | |
| b _q | 1.000 | m |
| b _c | 1.000 | m |
| b _γ | 1.000 | m |

| b _c | b _q | b _γ |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$ | $(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$ |

Coefficienti di inclinazione del piano campagna (Brich Hansen, 1970)

| | | |
|----------------|-------|---|
| considerare? | si | |
| g _q | 1.000 | m |
| g _c | 1.000 | m |
| g _γ | 1.000 | m |

| g _c | g _q | g _γ |
|---|-----------------------|---------------------|
| $g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$ | $(1 - \tan \omega)^2$ | $\frac{g_q}{\dots}$ |

CALCOLO CARICO LIMITE

contributo forze di attrito

| | | |
|---------------------|-------|-----|
| q _{lim, γ} | 60.51 | kPa |
|---------------------|-------|-----|

carico limite

| | | |
|------------------|-------|-----|
| q _{lim} | 218.5 | kPa |
|------------------|-------|-----|

contributo forze di coesione

| | | |
|---------------------|-------|-----|
| q _{lim, c} | 27.09 | kPa |
|---------------------|-------|-----|

carico limite

| | | |
|----------------------|------|-----|
| q _{lim, sd} | 95.0 | kPa |
|----------------------|------|-----|

contributo sovraccarico

| | | |
|---------------------|--------|-----|
| q _{lim, q} | 130.93 | kPa |
|---------------------|--------|-----|

pressione massima agente

| | | |
|-----------------|------|-----|
| σ _{sd} | 23.9 | kPa |
|-----------------|------|-----|

C.S. = 4.0

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 132 di 133 |

14.2 MURI AD U

Verifica a Sollevamento

IN05

| | (kN/m ³) | (m ³) | (kN) | γ_G |
|------------------------|----------------------|-------------------|---------------|------------|
| Platea | 25.00 | 5.94 | 148.50 | 0.9 |
| Setti dir X | 25.00 | 1.32 | 33.00 | 0.9 |
| Setti dir Y | 25.00 | 0.44 | 11.00 | 0.9 |
| Taglione | 25.00 | 2.90 | 72.50 | 0.9 |
| Magrone | 20.00 | 2.38 | 47.52 | 0.9 |
| Peso totale UPL | | | 281.27 | |

| | h_w (m) | (kN/m ³) | (kN) | γ_G |
|------------------------|-----------|----------------------|---------------|------------|
| Sottospinta | 0.85 | 10.00 | 100.98 | 1.1 |
| Sottospinta UPL | | | 111.08 | |

| | |
|----------------------------------|--------------|
| coefficiente di sicurezza | 2.532 |
|----------------------------------|--------------|

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER | RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Tombino circolare IN05 - Relazione di calcolo | COMMESSA IF3A | LOTTO 02 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO IN0500 001 | REV. B | FOGLIO 133 di 133 |

15 INCIDENZA ARMATURE

Si riportano di seguito le incidenze di ogni elemento componente lo scatolare e i manufatti ad U di raccordo.

L'armatura secondaria (longitudinale) è tale da rispettare la condizione prevista dall'EN1992-1-1: "Nelle piastre a portanza unidirezionale deve di regola essere prevista una armatura trasversale secondaria. Tale armatura secondaria sarà almeno pari al 20% dell'armatura principale".

| N. ordine | Ubicazione | Elemento | Lung h. (m) | Largh . (m) | Alt. (m) | Vol. CLS (mc) | Armatura | Ø | Num. barre / strati | Passo barre (cm) | Num. barre tot. | Lungh . barre (m) | Lungh. barre tot. (m) | Peso unitario (kg/ml) | Peso acciaio armatura (kg) | Incidenza armatura (kg/mc) | | |
|-----------|------------|------------------------------------|-------------|-------------|----------|---------------|---------------------|----|---------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| 1 | Scatolare | Fondazione | 1.00 | 2.00 | 0.40 | 0.80 | base sup. | 20 | 1 | 20 | 5.0 | 2.50 | 12.50 | 2.47 | 30.83 | | | |
| | | | | | | | base inf. | 20 | 1 | 20 | 5.0 | 4.80 | 24.00 | 2.47 | 59.19 | | | |
| | | | | | | | longitudinale sup. | 12 | 1 | 20 | 10.0 | 1.15 | 11.50 | 0.89 | 10.21 | | | |
| | | | | | | | longitudinale inf. | 12 | 1 | 20 | 10.0 | 1.15 | 11.50 | 0.89 | 10.21 | | | |
| | | | | | | | cavallotti | 16 | 3 | 4.0 | 1.50 | 6.00 | 1.58 | 9.47 | | | | |
| | | TOT | | | | | | | | | | | | | | 119.90 | 150.00 | |
| 2 | Scatolare | Piedritto | 1.00 | 0.40 | 1.20 | 0.48 | base int. | 20 | 1 | 20 | 5.0 | 2.50 | 12.50 | 2.47 | 30.83 | | | |
| | | | | | | | longitudinale sup. | 12 | 1 | 20 | 6.0 | 1.15 | 6.90 | 0.89 | 6.13 | | | |
| | | | | | | | longitudinale inf. | 12 | 1 | 20 | 6.0 | 1.15 | 6.90 | 0.89 | 6.13 | | | |
| | | | | | | | spilli | 10 | 2.5 | 40 | 8.0 | 0.50 | 4.00 | 0.62 | 2.47 | | | |
| | | | | | | | TOT | | | | | | | | | | | |
| 3 | Scatolare | Soletta copertura | 1.00 | 2.00 | 0.40 | 0.80 | base sup. | 20 | 1 | 20 | 5.0 | 4.80 | 24.00 | 2.47 | 59.19 | | | |
| | | | | | | | base inf. | 20 | 1 | 20 | 5.0 | 2.50 | 12.50 | 2.47 | 30.83 | | | |
| | | | | | | | longitudinale sup. | 12 | 1 | 20 | 10.0 | 1.15 | 11.50 | 0.89 | 10.21 | | | |
| | | | | | | | longitudinale inf. | 12 | 1 | 20 | 10.0 | 1.15 | 11.50 | 0.89 | 10.21 | | | |
| | | | | | | | cavallotti centrali | 16 | 3 | 4.0 | 1.50 | 6.00 | 1.58 | 9.47 | | | | |
| | | TOT | | | | | | | | | | | | | | 119.90 | | |
| 2+3 | Scatolare | Elevazione (piedritto + copertura) | | | | 2.07 | Ferri obliqui | 10 | 4 | 20 | 20.0 | 2.30 | 46.00 | 0.62 | 28.36 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 239.35 | 120.00 |
| 4 | Muri ad U | Fondazione | 1.00 | 3.60 | 0.50 | 1.80 | base sup. | 16 | 1 | 20 | 5.0 | 4.30 | 21.50 | 1.58 | 33.93 | | | |
| | | | | | | | base inf. | 16 | 1 | 20 | 5.0 | 6.00 | 30.00 | 1.58 | 47.35 | | | |
| | | | | | | | longitudinale sup. | 12 | 1 | 20 | 18.0 | 1.15 | 20.70 | 0.89 | 18.38 | | | |
| | | | | | | | longitudinale inf. | 12 | 1 | 20 | 18.0 | 1.15 | 20.70 | 0.89 | 18.38 | | | |
| | | | | | | | cavallotti | 16 | 3 | 9.0 | 1.50 | 13.50 | 1.58 | 21.31 | | | | |
| | | TOT | | | | | | | | | | | | | | | 139.35 | 80.00 |
| 5 | Muri ad U | Piedritto | 1.00 | 0.30 | 0.90 | 0.27 | base int. | 16 | 1 | 20 | 5.0 | 1.05 | 5.25 | 1.58 | 8.29 | | | |
| | | | | | | | base est. | 16 | 1 | 20 | 5.0 | 1.05 | 5.25 | 1.58 | 8.29 | | | |
| | | | | | | | attesa int. | 16 | 1 | 20 | 5.0 | 1.45 | 7.25 | 1.58 | 11.44 | | | |
| | | | | | | | longitudinale sup. | 12 | 1 | 20 | 5.0 | 1.15 | 5.75 | 0.89 | 5.10 | | | |
| | | | | | | | longitudinale inf. | 12 | 1 | 20 | 5.0 | 1.15 | 5.75 | 0.89 | 5.10 | | | |
| | | | | | | | spilli | 10 | 2.5 | 40 | 6.0 | 0.40 | 2.40 | 0.62 | 1.48 | | | |
| | | TOT | | | | | | | | | | | | | | | 39.71 | 150.00 |